Aus der Abteilung Innere Medizin III
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Kochsiek
der Medizinischen Klinik der Universität Tübingen

VERHALTEN VON HERZFREQUENZ, ATEMFREQUENZ UND PULS–ATEM–QUOTIENT BEI FRISCHEM MYOCARDINFARKT WÄHREND FRÜHZEITIGER, DOSIERTER BEWEGUNGSTHERAPIE

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard–Karls–Universität
Tübingen

vorgelegt von
Gerhard Ganzenmüller
aus Schwäbisch Gmünd

1980

Aus der Abteilung Innere Medizin III
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Kochsiek
der Medizinischen Klinik der Universität Tübingen

VERHALTEN VON HERZFREQUENZ, ATEMFREQUENZ UND PULS–ATEM–QUOTIENT BEI FRISCHEM MYOCARDINFARKT WÄHREND FRÜHZEITIGER, DOSIERTER BEWEGUNGSTHERAPIE

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard–Karls–Universität
Tübingen

vorgelegt von
Gerhard Ganzenmüller
aus Schwäbisch Gmünd

1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. H. Heimann

Berichterstatter: Prof. Dr. D. Jeschke

Gedruckt bei Fa. H.-J. Köhler, Reprografischer Betrieb, Vor dem Kreuzberg 25, 7400 Tübingen

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG 5

II. METHODIK 8

II.1. Krankengymnastisches Übungsprogramm 8

II.2. Ergometrische Belastungsuntersuchungen 9

II.3. Kontrollmaßnahmen 10

II.4. Registriermethodik 10

II.5. Auswertung 12

II.5.1. Krankengymnastische Übungen 12

II.5.2. Ergometrische Belastungsuntersuchungen 13

II.6. Errechnete Daten und statistische Methodik 14

III. PATIENTENGUT 17

III.1. Patientenauswahl 17

III.2. Einteilung in Patientengruppen 18

III.3. Zeitdaten des Mobilisationsprogrammes 20

IV. ERGEBNISSE 22

IV.1. Verhalten von Herzfrequenz, Atemfrequenz und Puls-Atem-Quotient während der Mobilisationsbehandlung 22

IV.1.1. Gesamtkollektiv 22

IV.1.1.1. Mittelwerte und Streubereiche der Parameter auf den einzelnen Mobilisationsstufen 22

IV.1.1.2. Mittelwerte und Streubereiche der Parameter im Mobilisationsverlauf 28

IV.1.2. Vergleich des Puls-Atem-Quotienten zwischen Männer und Frauen 31

Seite

IV.1.3. Vergleich der Parameter zwischen den verschiedenen Altersgruppen 32

IV.1.4. Vergleich der Parameter zwischen den verschiedenen Schweregradgruppen 40

IV.2. Verhalten von Herzfrequenz, Atemfrequenz und Puls-Atem-Quotient während der ergometrischen Belastungsuntersuchungen 49

IV.2.1. Mittelwerte und Streubereiche der Parameter bei der Spiroergometrie 49

IV.2.2. Mittelwerte und Streubereiche der Parameter bei der Ergometrie 52

IV.2.3. Vergleich der Parameter zwischen der Spiroergometrie- und der Ergometrie-Gruppe 53

IV.3. Gegenüberstellung der Parameter bei krankengymnastischer Intervall- und ergometrischer Dauerbelastung 54

V. DISKUSSION 57

V.1. Methodik 57

V.2. Ergebnisse 60

V.2.1. Herzfrequenz 61

V.2.2. Atemfrequenz 66

V.2.3. Puls-Atem-Quotient 75

VI. ZUSAMMENFASSUNG 85

VII. TABELLENANHANG 88

VIII. LITERATURVERZEICHNIS 100

I. Einleitung und Fragestellung

Bei der Behandlung des akuten Myocardinfarktes konzentrierte sich das klinische Interesse in den letzten 25 Jahren hauptsächlich auf die Probleme der Komplikationsbeherrschung. In den vergangenen 10 Jahren wurde zusätzlich den schon im Krankenhaus einsetzenden Rehabilitationsmaßnahmen bei Infarktkranken zunehmend Beachtung geschenkt (7, 13, 17, 35, 39, 50, 68, 70, 71, 73). Der Begriff "Rehabilitation" soll in diesem Zusammenhang verstanden werden als all jene umfassenden Maßnahmen, die einen durch seine Koronarerkrankung geschädigten Menschen nicht nur aktuell behandeln oder symptomfrei machen, sondern die ihn auch bestmöglich in die Lage versetzen, die ihm entsprechende würdige Position im privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Bereich wiederzuerlangen. Die in der Infarkttherapie bislang geübte langdauernde Immobilisation des Patienten verursachte physische und psychische Alterationen, die die Wiedereingliederung des Patienten in dem eben beschriebenen Sinne verzögerten oder sogar unmöglich machten (17, 19, 33, 34, 71).

Mit dem heute in vielen Zentren (4, 6, 7, 13, 18, 20, 34, 37, 45, 50, 51, 68, 70, 71) angewandten therapeutischen Prinzip der Frühmobilisation wird in erster Linie den nicht kardialen Komplikationen, wie hypostatische Pneumonien, gastroinsestinalen und urovesikalen Funktionsstörungen, sowie neurotischen Fehlverarbeitungen des Infarktereignisses vorgebeugt. Insbesondere aber werden Bewegungsmangeladaptionen vermieden, die zu einer nicht kardinal bedingten Einschränkung der Leistungsfähigkeit des Organismus führten (4, 19, 33, 35, 49).

Die Frühmobilisation von Herzinfarktpatienten wird programmatisch in Form eines detaillierten Übungsschemas mit ansteigender Belastungsintensität durchgeführt. Es

erfordert wegen der unterschiedlichen Schwere der Erkrankung und wegen der gefürchteten kardialen Komplikationsmöglichkeiten intensive Überwachungsmaßnahmen (32, 33, 34, 36, 38, 40, 41, 42). Dabei wären für den Behandler in der Praxis einfach zu bestimmende Parameter zur Kontrolle der individuellen kardiovaskulären Reaktionsweise und Leistungsfähigkeit wünschenswert.

Bei der krankengymnastischen Übungstherapie ist die Pulsfrequenz, als einer dieser Parameter, seit jeher eingeführt. OTT et al. (59) forderten bei der Rehabilitation von Infarktkranken eine "sorgfältige Beachtung der Atmung". MESSINGER (55) hat bereits 1937 betont, daß bei Herzkranken "das Verhältnis von Puls- zu Atemfrequenz (pulse-respiratory ratio) von Bedeutung" sei. Im Arbeitskreis von HILDEBRANDT wurde dieser "Puls-Atem-Quotient" eingehend erforscht und auf seine Bedeutung für die Beurteilung von Behandlungserfolgen hingewiesen (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 62). Von mehreren Untersuchern wurde - insbesondere im Bereich der Balneologie - unter vielfältigen Bedingungen (CO_2-Bäder-Kuren, Heil- und Klimakuren, Gymnastik- und Trainingskuren, Fahrradergometerarbeit) die Aussagefähigkeit des Puls-Atem-Quotienten überprüft (5, 11, 24, 30, 46, 47, 48, 52, 56, 60, 66, 74).

Es lag darum nahe, die relativ einfach zu bestimmenden Parameter "Herzfrequenz", "Atemfrequenz" und den daraus resultierenden "Puls-Atem-Quotienten" während der Überwachungsmaßnahmen von Herzinfarktpatienten bei der Frühmobilisationsbehandlung zu ermitteln und zu prüfen, welche Aussagefähigkeit dieser Puls-Atem-Quotient für die Bewegungstherapie und den Krankheitsverlauf hat.

In der vorliegenden Arbeit soll deshalb auf folgende Fragen eingegangen werden:

1. Wie verhalten sich die Parameter "Herzfrequenz", "Atemfrequenz" und "Puls-Atem-Quotient" vor, während und nach einer krankengymnastischen Intervallbelastung im Rahmen einer Frühmobilisationsbehandlung von Herzinfarktpatienten?

2. Wie verhalten sich diese Parameter bei einer nach Abschluß der Mobilisation durchgeführten Dauerbelastung auf dem Fahrradergometer?

3. Welche Einflüsse auf diese Parameter haben das Alter und das Geschlecht der Patienten sowie der Schweregrad des Infarktes?

4. Lassen diese Parameter Rückschlüsse auf den Krankheitsverlauf und die durchgeführte Behandlung zu?

5. Eignet sich der "Puls-Atem-Quotient" zur Überwachung von Herzinfarktpatienten während der krankengymnastischen Übungsbehandlung?

II. METHODIK

II.1. Krankengymnastisches Übungsprogramm

In Anlehnung an die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (73) wurde an der Medizinischen Universitätsklinik Tübingen von JESCHKE et al. ein detailliertes krankengymnastisches Übungsprogramm erarbeitet (32, 33, 34, 35, 37, 38, 39):

Es bestand aus 12 Mobilisationsstufen, die in Form eines Intervalltrainings mit genau dosierter, stufenweise ansteigender Belastungsintensität und -dauer durchgeführt wurden. Dabei waren die verschiedenen Belastungsphasen, die Art und Dauer der Einzelübungen sowie die Erholungszeiten detailliert vorgeschrieben.

In den Stufen I bis III wurde nur im Liegen - in der Entlastung = Bettgymnastik - geübt. Ab Stufe IV kamen Übungen im Sitzen - in der Halbbelastung = Hockergymnastik - hinzu. Ab Stufe VII erfolgten zusätzlich Übungen in der Vollbelastung - Gehen und Treppensteigen.

In den Stufen I bis IV wurde die Gesamtdauer der einzelnen Belastungsstufe von 10 Minuten auf 20 Minuten gesteigert; die Einzelübung dauerte je 1/2 Minute mit einer jeweils anschließenden Erholungszeit von 1 Minute. In den Stufen V bis VIII erhöhte sich die Gesamtdauer von 25 auf 30 Minuten. Die einzelne Übung verlängerte sich auf je 1 Minute bei gleichbleibender 1-minütiger Erholungszeit.

In den Stufen IX bis XII betrug die Gesamtdauer jeder Stufe 1/2 Stunde, wobei jede Einzelübung wiederum 1 Minute dauerte, die Erholungszeit jedoch auf 1/2 Minute verkürzt wurde.

Bei der Art der Belastung standen dynamische Übungen im Vordergrund, wobei im Verlauf des Mobilisationsprogrammes die Gesamtbelastung durch den Einsatz immer größerer Muskelgruppen gesteigert wurde. Die außerdem angewandten statischen Belastungen - in Form von isometrischen Spannungsübungen - und orthostatische Einflüsse wurden aus methodischen Gründen in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

II.2. Ergometrische Belastungsuntersuchungen

Nach Beendigung des krankengymnastischen Übungsprogrammes nach Absolvieren der Stufe XII wurde die Belastbarkeit der Infarktpatienten auf einem Fahrradergometer im Sitzen überprüft. Als Gerät wurde das drehzahlabhängige Fahrradergometer "MONARK" verwendet. Die Umdrehungszahl wurde mit 50 U/min gewählt. Nach einer Ruhepause von 5 Minuten wurde die Belastungsintensität von 25 Watt über 50 Watt und 75 Watt bis auf 100 Watt ohne Erholungspausen gesteigert. Jede Belastungsstufe wurde 4 Minuten beibehalten.

Diese standardisierten Dauerbelastungsuntersuchungen wurden methodisch folgendermaßen variiert:
Bei einem Teil der Untersuchungen wurden zusätzlich spirometrische Meßdaten ermittelt, wobei die Patienten über eine Atemmaske mit einem Gasomat - Typ 435 der Firma DARGAZ - verbunden waren (Spiroergometrie). Ein anderer Teil der Belastungsuntersuchungen wurde ohne spirometrische Datenerhebung - also ohne Atemmaske - durchgeführt (Ergometrie).

II.3. Kontrollmaßnahmen

Der Mobilisationsverlauf wurde unter ärztlicher Aufsicht durch speziell geschulte Krankengymnasten überwacht und zusätzlich auf jeder neuen Behandlungsstufe durch eine telemetrische Übermittlung von EKG und Atemtätigkeit kontrolliert.

Die telemetrische Übermittlung ermöglichte eine fortlaufende Kontrolle des Patienten vor, während und nach den Übungen. Gleichzeitig konnten die übertragenen Daten registriert werden und waren so einer späteren Auswertung zugänglich. Zudem gestattete diese drahtlose Übertragung den Patienten völlige Bewegungsfreiheit während der Übungen. Außerdem konnte die subjektive Beeinträchtigung der Patienten durch diese Registriermethode (geringes Sendergewicht, drei Brustwandklebeelektroden, verstellbarer thermoelektrischer Nasenfühler) sehr gering gehalten werden. Eine spontane Atemtätigkeit war dadurch weitgehendst gewährleistet.

Die Kontraindikationen für die Aufnahme der Infarktpatienten in das Übungsprogramm und die ergometrische Belastungsuntersuchung sowie die für die Mobilisationsüberwachung angewandten Kontrollparameter wurden bereits mehrfach publiziert (32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42).

II.4. Registriermethodik

Zur telemetrischen Kontrolle der Mobilisationsbehandlung stand uns eine Zweikanal-Telemetrieanlage der Firma HELLIGE zur Verfügung. Während der Untersuchung wurde fortlaufend auf einen Helkoskriptor HE 17 mit einer Papiervorschubgeschwindigkeit von 1 mm/sec Folgendes

zeitgleich registriert:

(1) EKG in der X-Ableitung der FRANK'schen Technik (65)

(2) Atemphasen (In-/Exspiration) mit Hilfe eines auf dem thermoelektrischen Prinzip beruhenden Nasenfühlers, wobei zwei frei in die Nasenöffnung hineinragende Thermistorsonden die Umschlagpunkte In-/Exspiration durch den sprunghaften Lufttemperaturunterschied des Atemstromes im Naseneingangsraum registrierten.

(3) Herzfrequenzprofil

(4) Beginn, Art und Ende der Einzelübung sowie die Erholungspausen durch Rastermarkierungen am Registriergerät und handschriftlichen Eintrag auf der Registrierkurve.

Die Kontrollmaßnahmen erfolgten auf jeder neuen Mobilisationsstufe im Regelfall in den frühen Vormittagsstunden. Es war aus personellen und technischen Gründen jedoch nicht möglich, für jeden Patienten und jede Mobilisationsstufe eine feste Uhrzeit im Tagesablauf einzuhalten.

Nach einer mindestens halbstündigen Bettruhe des Patienten wurde die Ruheaktion von Herzschlag und Atmung auf jeder Mobilisationsstufe 5 Minuten lang aufgezeichnet. Anschließend wurden die Parameter während der gesamten Übungsdauer fortlaufend registriert. Die telemetrische Kontrolle endete erst, wenn der Patient nach der Belastung seine anfängliche Ruheherzfrequenz wieder erreicht hatte.

Die ergometrischen Belastungsuntersuchungen wurden in gleicher Weise kontinuierlich aufgezeichnet. Bei der Spiroergometrie entfiel lediglich die telemetrische Atmungsregistrierung. Die Atemphasen wurden dabei direkt den

Spirometerkurven entnommen.

II.5. Auswertung

Nach beendeter Frühmobilisation lagen von jedem der untersuchten Infarktpatienten im Regelfall 12 Registrierkurven des krankengymnastischen Übungsprogrammes und 1 Kurve der ergometrischen Belastungsuntersuchung vor. Waren bei bestimmten Patienten aufgrund von Rückstufungen oder Stufenverlängerungen mehr als eine Kurve pro Mobilisationsstufe vorhanden, so wurden nur die ersten auf einer bestimmten Belastungsstufe erhobenen Daten ausgewertet. Die Herzfrequenz (HF) ermittelten wir aus diesen Kurven durch Auszählen der R-Zacken des registrierten EKG's. Die Atemfrequenz (AF) wurde im gleichen Zeitraum durch Auszählen der Umschlagpunkte Inspiration/Exspiration aus der Atemphasenkurve bestimmt. Beide Parameter wurden vor, während und nach der Belastung stets über eine volle Minute ausgezählt. Eine Ausnahme bildeten lediglich die Belastungswerte auf den Mobilisationsstufen I - IV der krankengymnastischen Übungsbehandlung. Auf diesen Stufen dauerten die Einzelübungen jeweils 1/2 Minute, so daß die Parameter hierbei nur über 1/2 Minute ermittelt werden konnten. Die erhobenen Daten wurden für jeden Patienten als ganze Maßzahl in ein Protokoll übertragen.

II.5.1. Krankengymnastische Übungen

Um individuell und interindividuell möglichst vergleichbare Daten zu erhalten, wertete der gleiche Untersucher die Kurven nach folgendem Prinzip einheitlich aus:

Ruhe-Werte: Von jedem Patienten wurden die Herzfrequenz und die Atemfrequenz eine Minute vor Beginn der Belastung

im Liegen ermittelt.

Belastungswerte: Während der Übungen wählten wir als einheitliches Kriterium den Zeitpunkt der maximalen Herzfrequenz in jeder Belastungsphase, d.h. je einen in der Entlastung, Halbbelastung und Vollbelastung der jeweiligen Stufe. Diese maximale Herzfrequenz (max. HF) trat in der Regel im letzten Drittel der einzelnen Belastungsphase fast ausschließlich bei dynamischen Übungen auf. Bei der Bettgymnastik (= Entlastungsphase) und der Hockergymnastik (= Halbbelastungsphase) waren die Übungen mit max. HF meistens Fuß- und Beinbewegungen (Beugen und Strecken, Kreisen, "Radfahren" u.ä.), seltener große Armbewegungen. Bei der Vollbelastungsphase trat max. HF beim Gehen im Krankenzimmer, später beim Gehen mit Tempo-Variationen auf dem Flur und auf den letzten Mobilisationsstufen beim Treppensteigen auf. Generell wurden die Parameter nur bei dynamischer Belastung erhoben.

Nach-Werte: Nach der Belastung auf jeder Stufe wurden die Herzfrequenz- und Atemfrequenzwerte einheitlich erst eine Minute nach dem Ende des letzten Übungsteils beim stets liegenden Patienten ermittelt. Damit konnten Ungenauigkeiten der Atemregistrierung vermieden werden, die sich nach dem Übungsende beim Hinlegen in den höheren Mobilisationsstufen oder durch Sprechen und Räuspern ergaben.

Bei voll absolviertem Übungsprogramm wurden somit von jedem einzelnen Patienten 50 Wertepaare HF/AF erhoben.

II.5.2. Ergometrische Belastungsuntersuchungen

Aus den Telemetriekurven der ergometrischen Belastungsuntersuchungen wurden die HF- und AF-Werte in der gleichen Weise ausgezählt. Bei der Spiroergometrie ermittelten wir

die AF aus der Spirometerkurve.

Die Ruhewerte wurden unmittelbar vor Beginn der Tretarbeit eine Minute lang ausgezählt. Dabei saß der Patient bereits auf dem Fahrradergometer. Bei den Belastungswerten - 25, 50, 75 und 100 Watt - wurde jeweils die letzte, d.h. die 4. Minute ausgezählt. In praktisch allen Fällen war diese auch der Zeitpunkt der max. HF. Brach ein Patient die als letzte geleistete Belastungsstufe vorzeitig ab, so wurde diese nur dann berücksichtigt, wenn sie zu mehr als der Hälfte absolviert war. Nach Beendigung der Tretarbeit wurden die Werte "NACH 1 Min.", "NACH 3 Min." und "NACH 5 Min." bei noch auf dem Fahrradergometer sitzenden Patienten ermittelt.

Bei der ergometrischen Untersuchung ergaben sich somit vom einzelnen Patienten bis zu 8 Wertepaare HF/AF.

II.6. Errechnete Daten und statistische Methodik

Den sog. "Puls-Atem-Quotienten" (Q P/A) errechneten wir aus jedem Wertepaar HF/AF und gaben ihn für den einzelnen Patienten auf eine Dezimale gerundet an.

Mit einer Tischrechenmaschine (DIEHL-SIGMATRONIC) wurden interindividuelle Mittelwerte ($\bar{x}$) und ihre Streuung als Standardabweichung (s = mittlere quadratische Abweichung) nach den üblichen Formeln berechnet (12). $\bar{x}$ und s der HF und AF wurden auf eine Dezimale, die des Q P/A auf zwei Stellen hinter dem Komma gerundet angegeben.

Prüfverfahren auf signifikante Unterschiede wurden nach den Vorschlägen, Formeln und Tabellen der DOCUMENTA GEIGY (12) auf dem genannten Tischrechner durchgeführt:

Varianzen prüften wir mit dem F-Test nach R.A. FISCHER. Je nach Ausfall des F-Testes wurden Mittelwertsvergleiche mit dem t-Test nach STUDENT oder mit dem modifizierten ASPIN-Test nach WELCH (72) angestellt.

Da diese statistischen Tests von normalverteilten Stichproben ausgehen, prüften wir vor ihrer Anwendung die in unserem Zahlenmaterial vorliegende Form der Häufigkeitsverteilung der untersuchten Parameter HF, AF und Q P/A:

In mehreren Stichproben fanden wir für die Häufigkeitsverteilung der Herz- und Atemfrequenz gut angenähert Normalverteilungen 1. Grades, wie dies auch in der Literatur von HILDEBRANDT beschrieben wurde (21). Der t-Test konnte somit zur vergleichenden Prüfstatistik von HF- und AF-Werten herangezogen werden.

Dies ist für den Q P/A nach unterschiedlichen und widersprüchlichen Literaturhinweisen fraglich (5, 11, 21, 23, 26, 44, 46, 56). Wir überprüften deshalb mit den unten angegebenen Testverfahren, ob in unserem Zahlenmaterial die empirisch gefundene Häufigkeitsverteilung des Q P/A für statistische Zwecke ausreichend an die Normalverteilung angepaßt war. Dabei ergab sich in mehreren Stichproben (bei unterschiedlichen Patientengruppen in verschiedenen Ruhe- und Belastungsphasen mehrerer Mobilisationsstufen) mit dem "Zeichentest" auf Symmetrie (Sign-Test nach 12) kein signifikanter Hinweis auf eine asymmetrische Verteilungsform des Q P/A. Im Wahrscheinlichkeitsnetz (Probittransformation nach 12) war die Stichprobenverteilung des Q P/A mehrfach gut einer Geraden angenähert. Beim χ^2-Test auf Nichtnormalität nach (12) wurden stets Überschreitungswahrscheinlichkeiten zwischen 0,23 - 0,48 festgestellt. LIENERT (53) bezeichnet Wahrscheinlichkeiten von 0,20 - 0,50 als "mäßig gute Anpassung". Der Puls-Atem-Quotient unseres Zahlenmaterials konnte somit als "mäßig gut normalverteilt" angesehen werden. Dies berechtigte zur

Anwendung des t-Tests auch bei Quotientenvergleichen.

Bei allen Tests wurde zweiseitig geprüft. Als gesicherter Unterschied galt, wenn die Vertrauenswahrscheinlichkeit 0,95 erreichte oder überschritt ($2\alpha = P < 0{,}05$).

III. Patientengut

III.1. Patientenauswahl

Alle Infarktpatienten, die das akute Stadium erlebten, wurden in das oben skizzierte Mobilisationsprogramm aufgenommen und telemetrisch überwacht. Davon werteten wir die Telemetriekurven von insgesamt 58 Patienten aus. Die Kurven wurden nicht selektioniert. Bei der sonst zufälligen Auswahl der Patienten wurde lediglich Wert auf die technisch einwandfreie Registrierqualität - vor allem der Atmungsregistrierung - gelegt.

Bei allen 58 untersuchten Patienten war der Myocardinfarkt durch die Kriterien - infarkttypische Anamnese, beweisende Serumenzymanstiege (CK, GOT, LDH) und beweisende elektrokardiographische Veränderungen - gesichert. In allen Fällen wurde ein transmuraler Infarkt diagnostiziert.

Bei 51 Patienten (89,7 %) wurde eine Digitalisierung zumeist schon in den ersten Tagen des Klinikaufenthaltes vorgenommen. Eine Patientin erhielt erst nach 24 Tagen ein Digitalispräparat, und nur 5 Patienten bekamen keine Herzglykoside. Außerdem erfolgte bei allen Patienten, bei denen keine Kontraindikationen bestanden, eine fibrimolytische Therapie und/oder eine Antikoagulantien-Behandlung. Weiterhin wurden individuell Antiarrhythmika und Koronartherapeutika und in der Initialphase des Krankheitsbildes auch Antipyretika und Antibiotika angewandt.

III.2. Einteilung in Patientengruppen

Für die Fragestellung in dieser Arbeit wurden die untersuchten Patienten in 13 Patientengruppen gegliedert, wie dies in Tab. 1 zusammenfassend dargestellt ist. Bei der Einteilung wurden folgende Kriterien herangezogen:

(1) Geschlecht: Von den 58 untersuchten Patienten waren 43 Männer (74 %) und 15 Frauen (26 %).

(2) Alter: Bei den Männern reichte das Alter von 36 bis 75 Jahren, bei den Frauen von 49 bis 83 Jahren. Wir bildeten 4 Altersgruppen (< 50 J., 50 - 59 J., 60 - 69 J. und > 70 J.), bei denen Männer und Frauen zusammengefaßt wurden.

(3) Schweregrad des Infarkts (C.P.I.): Um den Schweregrad der Infarkte zu charakterisieren, wurden die Patienten nach dem "Coronary Prognostic Index" (C.P.I.) von NORRIS and al. (57,58) aufgeschlüsselt. Mit zunehmendem Zahlenwert des C.P.I. verschlechtert sich die Prognose. Bei den untersuchten Patienten lag der niedrigste C.P.I.-Wert bei 2,8, der höchste bei 10,1. Es wurden 4 C.P.I.-Gruppen gebildet (< 4,0; 4,0 - 5,9; 6,0 - 7,9; > 8,0). Die von NORRIS and al. (57) zusätzlich vorgeschlagenen Gruppen (10,0 - 11,9 und > 12,0) konnten in unserem Kollektiv nicht realisiert werden, da nur ein einziger der untersuchten Patienten knapp über 10,0 lag.

(4) Art der ergometrischen Belastung: Vom Gesamtkollektiv wurden 49 Patienten auf dem Fahrradergometer belastet, davon 25 Patienten spiroergometrisch (Spiroergometrie-Gruppe) und 24 Patienten ergometrisch (Ergometrie-Gruppe).

Aus Tabelle 1 ist für jede einzelne Gruppe die Gesamtzahl, die Aufgliederung in Männer und Frauen, das durchschnittliche Alter und der mittlere C.P.I. ($\bar{x}$) mit deren

TABELLE 1 :

Gruppen-Nummer	G R U P P E	Anzahl			ALTER (Jahre)		C.P.I.		Übungsbeginn nach Infarkt (Tge)		Dauer des gesamten Übungsprogr. (Tage)		Dauer bis Stufe XII (Tage)		Stationäre Behandlungs-dauer (Tage)	
		Gesamt	Männer	Frauen	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	Alle Patienten	58	43	15	61,8	9,1	6,0	1,6	8	3	31	10	26	9	38	11
2	Männer	43	-	-	60,4	8,9	6,0	1,8	7	3	30	9	25	8	37	9
3	Frauen	15	-	-	65,9	8,5	6,0	1,0	9	4	34	12	28	10	41	14
4	C.P.I.: < 4,0	4	4	0	49,8	11,9	3,3	0,4	6	4	27	5	22	1	33	6
5	C.P.I.: 4,0 - 5,9	27	19	8	58,9	8,5	5,0	0,6	7	3	30	9	24	6	36	10
6	C.P.I.: 6,0 - 7,9	18	11	7	63,9	5,3	6,8	0,6	8	4	34	11	29	10	41	12
7	C.P.I.: > 8,0	9	9	0	66,7	6,0	8,7	0,7	9	4	31	13	28	13	40	11
8	Alter : < 50 J.	6	5	1	43,3	4,8	4,1	0,7	7	3	27	7	22	3	33	8
9	Alter : 50 - 59 J.	11	9	2	54,9	3,2	5,4	1,5	6	2	30	8	23	2	36	8
10	Alter : 60 - 69 J.	31	24	7	64,1	3,0	6,2	1,5	8	4	31	10	26	8	38	11
11	Alter : > 70 J.	10	5	5	73,4	3,8	7,3	1,1	10	3	36	13	32	13	44	12
12	Spiroergometrie	25	22	3	60,8	7,8	5,9	1,8	7	3	29	8	24	6	35	8
13	Ergometrie	24	18	6	59,9	9,7	5,7	1,5	7	3	34	10	27	9	40	10

Standardabweichungen (s) ersichtlich.

III.3. Zeitdaten des Mobilisationsprogramms

Bei den untersuchten Patienten erfolgte die stationäre Aufnahme nach dem Infarkt bei 44 Patienten (75,9 %) innerhalb der ersten 24 Stunden, bei 9 (15,5 %) innerhalb von 2 Tagen. 3 Patienten wurden am 3. und 4. Tag, 2 Patienten erst am 9. bzw. 10. Tag nach dem Infarktereignis stationär aufgenommen.

Nach einer intensiven Verlaufsbeobachtung während der Akutphase wurde frühestens am 3. Tag nach dem Infarkt mit den Mobilisationsmaßnahmen (Stufe I) begonnen. Sodann wurde bei komplikationslosem Verlauf das oben beschriebene Übungsprogramm auf den Stufen I, II, III, V, VI und VII je 1 Tag, auf den Stufen IV, VIII, IX und XI je 2 Tage, auf der Stufe XII 3 Tage und auf der Stufe X 4 Tage lang absolviert. Das Übungsprogramm hatte somit bei günstigem Verlauf eine Gesamtdauer von 21 Tagen, wenn nicht durch auftretende Komplikationen Stufenverlängerungen oder Rückstufungen notwendig wurden.

Die in unserem Kollektiv gefundenen Zeitdaten des Mobilisationsprogramms wurden in Tab. 1 als Mittelwert ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) in Tagen aufgenommen. Sie sollen einen Überblick über die zeitlichen Zusammenhänge zwischen Infarktereignis und Übungsbeginn, sowie über die Mobilisationsdauer und die stationäre Behandlungsdauer bei den verschiedenen Patientengruppen vermitteln.

Die ergometrischen Belastungsuntersuchungen erfolgten bei den Spirometrie-Gruppen durchschnittlich am 32. Tag (s = 7 Tage) nach dem Infarkt, bzw. 2 Tage (s = 2 Tage)

nach Absolvieren der Stufe XII. Bei der Ergometrie-Gruppe wurden sie durchschnittlich am 36. Tag (s = 9 Tage) nach dem Infarkt, bzw. 3 Tage (s = 2 Tage) nach der Stufe XII durchgeführt.

IV. Ergebnisse

IV.1. Verhalten von Herzfrequenz, Atemfrequenz und Puls-Atem-Quotient während der Mobilisationsbehandlung

IV.1.1. Gesamtkollektiv

Das Verhalten der Herzfrequenz (HF), Atemfrequenz (AF) und des Puls-Atem-Quotienten (Q P/A) beim Gesamtkollektiv ist in den Abbildungen 1 - 3 graphisch dargestellt, die Zahlenwerte sind in Tab. 2 (s. Tabellenanhang) zusammengefaßt.

IV.1.1.1. Mittelwerte und Streubereiche der Parameter auf den einzelnen Mobilisationsstufen

Abb. 1 (Stufe I - VII) und Abb. 2 (Stufe VIII - XII) zeigen die Veränderungen der Mittelwerte und Standardabweichungen während der verschiedenen Belastungsphasen auf den einzelnen Mobilisationsstufen im Vergleich zum Verhalten der jeweiligen Ruhe- und Erholungswerte. Aus der Abb. 3 sind die Mittelwertsveränderungen unter Belastung aus den senkrecht übereinander liegenden Werten ebenfalls ersichtlich:

Herzfrequenz (Mittelwerte)

Während der krankengymnastischen Übungen stiegen die Mittelwerte der maximalen Herzfrequenzen in Abhängigkeit von der Belastungsintensität an. Die Übungen in der Entlastung wurden mit geringeren Frequenzsteigerungen beantwortet als die in der Halb- und Vollbelastung. Die Frequenzzunahme durch neu hinzukommende Belastungsphasen, wie der Hockergymnastik (ab Stufe IV) und der Vollbelastung (ab Stufe VIII), waren zunächst nur gering. Auf höheren Mobilisationsstufen zeigte sich aber ein annähernd linearer Zuwachs der

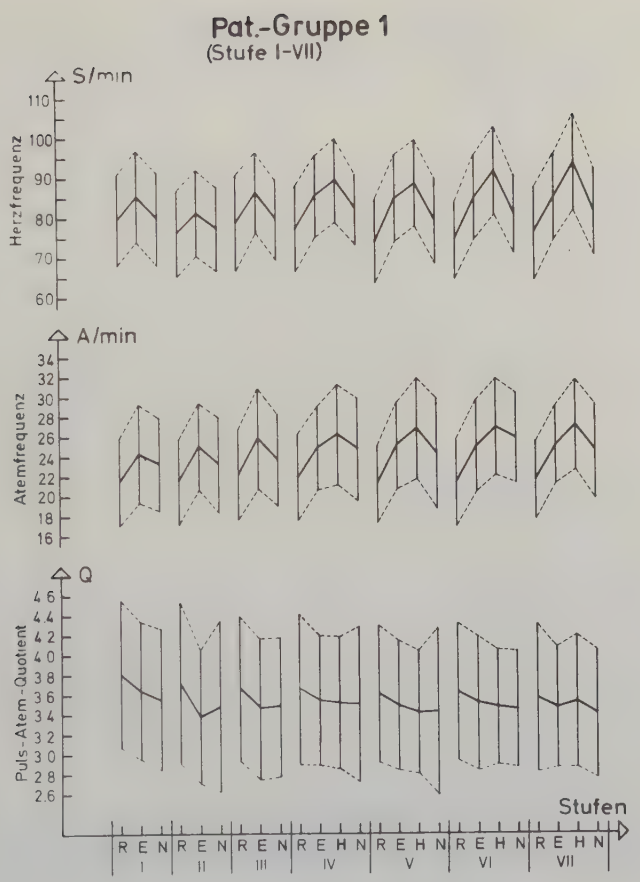

Abb. 1: Mittelwerte und Standardabweichungen von HF, AF, und Q P/A (Ordinate) beim Gesamtkollektiv auf den Mobilisationsstufen I - VII. Die Mittelwerte einer Stufe sind mit durchgezogener Linie verbunden, die Standardabweichungen nach oben und unten abgetragen. Abszisse: R = Ruhewerte; Belastungswerte bei den Übungen mit max. HF in der E = Entlastungs-, H = Halbbelastungsphase; N = Werte 1 Minute nach dem Übungsende.

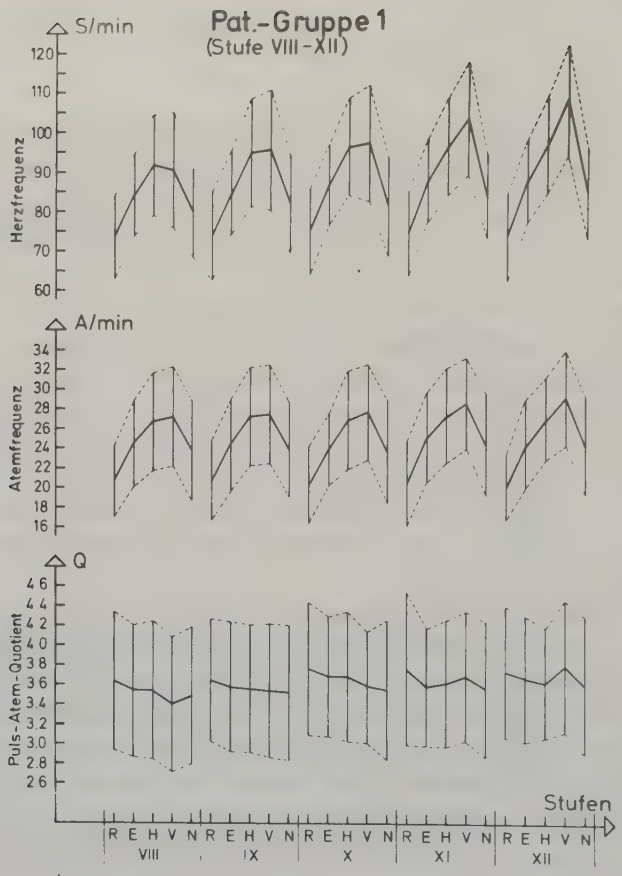

Abb. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen von HF, AF und Q P/A (Ordinate) beim Gesamtkollektiv auf den Mobilisationsstufen VIII - XII. Die Mittelwerte einer Stufe sind mit durchgezogener Linie verbunden, die Standardabweichungen nach oben und unten abgetragen. Abszisse: R = Ruhewerte; Belastungswerte bei den Übungen mit max. HF in der E = Entlastungs-, H = Halbbelastungs-, V = Vollbelastungsphase; N = Werte 1 Minute nach Übungsende.

max. HF von den Ruhewerten über die Entlastungs- zu den Halb- bzw. Vollbelastungswerten. Dies wird deutlich in Abb. 1 aufden Stufen VI und VII sowie in Abb. 2 auf den Stufen XI und XII.

Die Mittelwerte der max. HF lagen bei allen Belastungsphasen (Entlastung, Halb- und Vollbelastung) auf sämtlichen 12 Mobilisationsstufen signifikant höher als die jeweiligen mittleren Ruheherzfrequenzen ($P < 0,02$). Die HF-Steigerungen von der Entlastungs- zur Halbbelastungsphase waren auf allen Stufen (IV - XII) zu sichern ($P < 0,05$). Zwischen Halb- und Vollbelastung bestand ein gesicherter Unterschied nur auf Stufe XI und XII ($P < 0,05$).

Eine Minute nach Übungsende fiel die mittlere HF stark ab. Alle "Nach-Werte" waren gesichert niedriger als die max. HF der vorangegangenen Belastungen ($P < 0,05$). Auf den Anfangsstufen (I - III) sank die mittlere HF schon innerhalb 1 Minute nach Übungsende fast bis zum Ruhewert ab. Erst ab Stufe IV ließen sich höhere Nach-Werte als die jeweiligen Ruheherzfrequenzen nachweisen ($P < 0,05$).

Herzfrequenz (Streubereiche)

Die Standardabweichungen der Herzfrequenzwerte nahmen auf fast allen Stufen von der Ruhephase zur Entlastungsphase ab und stiegen in der Halbbelastung regelmäßig wieder an. Gesicherte Varianzunterschiede waren jedoch nicht nachweisbar. In der Vollbelastungsphase dagegen lagen die Streubereiche auf sämtlichen Stufen (VIII-XII) gesichert höher als in der Ruhe- und Entlastungsphase ($P < 0,05$). 1 Minute nach den Übungen sank die Standardabweichung oft noch unter die in Ruhe gefundenen Werte ab.

Atemfrequenz (Mittelwerte)

Die in allen Belastungsphasen festgestellten Mittelwerte der Atemfrequenz lagen auf sämtlichen Mobilisationsstufen

gesichert über den jeweiligen Ruhewerten ($P < 0,01$). Die Steigerung der AF von der Entlastungs- zur Halbbelastungsphase ließ sich auf den Stufen VI - XII, die von der Halb- zur Vollbelastungsphase nur auf Stufe XII sichern ($P < 0,05$). Auffällig war die starke Zunahme der AF schon auf den ersten Mobilisationsstufen bei der Bettgymnastik und der relativ geringe Anstieg bei der Halb- und Vollbelastung auf den letzten Mobilisationsstufen, wie dies aus Abb. 3 ersichtlich wird. Nach dem Übungsende fielen die AF-Mittelwerte ab, lagen jedoch auf allen Stufen gesichert über den jeweiligen Ruhewerten ($P < 0,05$).

Atemfrequenz (Streubereiche)

Die niedrigsten Standardabweichungen waren fast immer bei der Ruheatemfrequenz zu beobachten. Bei den Übungen in der Entlastung trat zumeist eine Streuungszunahme auf, die sich in der Halb- und Vollbelastung regelmäßig und nach Übungsende zumeist noch vergrößerte. Auf den Stufen V, VIII, X und XII ließ sich eine gesicherte Zunahme der Standardabweichung von der Halbbelastungs-, Vollbelastungs- und Nach-Phase zur jeweiligen Streuung in Ruhe nachweisen ($P < 0,05$).

Puls-Atem-Quotient (Mittelwerte)

Während die Mittelwerte der Herz- und Atemfrequenz bei Körperbelastung deutlich und zumeist signifikant anstiegen, zeigte der Puls-Atem-Quotient in allen Belastungsphasen nur geringe Mittelwertsunterschiede. In Ruhe traten - mit Ausnahme von Stufe XII - stets die höchsten Mittelwerte des Q P/A überhaupt auf, die während der Belastung immer abfielen. Besonders deutlich zeigte sich dies in der frühen Mobilisationsphase bei noch geringen Belastungsintensitäten. Auf Stufe II wurde bei der Bettgymnastik der niedrigste Mittelwert des Q P/A insgesamt beobachtet, der sich als einziger Quotientenwert gesichert vom Ruhewert dieser Stufe unterschied ($P < 0,05$). Aus der graphischen Darstellung

(Abb. 1 und 2) ist zu erkennen, daß mit zunehmender Übungsintensität auch auf den folgenden Mobilisationsstufen zumeist ein leichter Abfall des Q P/A erfolgte. Lediglich bei längerdauernden und intensiven Übungsteilen (Hockergymnastik auf Stufe VII und Treppensteigen auf Stufe XI und XII) war ein geringer Anstieg gegenüber der vorhergegangenen Belastungsphase zu verzeichnen. Der auf der letzten Mobilisationsstufe bei der größten Übungsintensität (Vollbelastung) gefundene Quotienten-Mittelwert war der einzige im Gesamtkollektiv, der den Ruhewert dieser Stufe geringfügig übertraf. Keine dieser Mittelwertsdifferenzen des Q P/A ließ sich jedoch sichern.

Nach den Übungen wurden immer niedrigere Quotientenmittelwerte als in Ruhe gefunden. Sie lagen auch unter den bei Belastung ermittelten Quotientenwerten. Eine Sicherung der Differenzen gelang jedoch nicht.

Puls-Atem-Quotient (Streubereiche)

Die Standardabweichung des Q P/A zeigte hohe Werte, schwankte während der Mobilisationsbehandlung jedoch erstaunlich gering. In Ruhe fanden wir meistens die höchste kollektive Streuung des Q P/A, die sich unter Körperbelastung regelmäßig verringerte. Nach den Übungen stieg sie wieder bis zur Ausgangsgröße an oder übertraf diese gelegentlich. Mit dem F-Test ließ sich dieses Verhalten aber zu keiner Zeit sichern. Bemerkenswert war nur, daß die Streubereiche des Q P/A auf den letzten Mobilisationsstufen in der Vollbelastung kleiner als in Ruhe waren, während bei den HF- und AF-Streuungen in der Vollbelastung zumeist signifikant höhere Standardabweichungen als in Ruhe gefunden werden konnten.

IV.1.1.2. Mittelwerte und Streubereiche der Parameter im Mobilisationsverlauf

Während sich der bisherige Vergleich der untersuchten Parameter weitgehend auf gleiche Mobilisationsstufen bezog, soll im folgenden ihr Verhalten im Mobilisationsverlauf dargestellt werden. Aus der Abb. 3 sind die Mittelwerte der HF, AF und des Q P/A im gesamten Verlauf der Übungsbehandlung ersichtlich. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die im Mobilisationsverlauf durchgeführten Mobilisationsstufen an unterschiedlichen Krankheitstagen absolviert wurden. Außerdem war eine zeitliche Streuung durch Komplikationen, die zu Rückstufungen und Stufenverlängerungen führten, gegeben (s. Methodik).

Verhalten der Parameter bei Körperruhe

In Ruhe fielen die Mittelwerte der Herz- und Atemfrequenzen des Gesamtkollektivs im Mobilisationsverlauf ähnlich einer wellenförmig ausschwingenden Kurve ab. Diese Abnahme der Ruhe-HF war von Stufe I (79,1 S/min) auf Stufe XII (73,0 S/min) mit $P < 0{,}01$ sowie von Stufe III (78,7 S/min) auf Stufe V (73,9 S/min) mit $P < 0{,}05$ zu sichern. Die mittlere Ruheatemfrequenz des Gesamtkollektivs stieg von Stufe I (21,4 A/min) bis Stufe III (22,1 A/min) geringfügig an, zeigte dann jedoch im weiteren Mobilisationsverlauf einen phasisch fortschreitenden Abfall. Sie lag auf Stufe XII (20,0 A/min) gesichert niedriger als auf Stufe III ($P < 0{,}02$). Auffällig war der synchrone Verlauf zwischen Pulsfrequenz und Atemfrequenz während der Übungsbehandlung, wobei aus der Graphik (Abb. 3) bei beiden ein "Wellengipfel" auf Stufe III (10. Krankheitstag ± 3) und auf Stufe VII (18. Krankheitstag ± 5) sowie ein "Wellental" auf Stufe V (13. Krankheitstag ± 4) und auf Stufe VIII (20. Krankheitstag ± 6) erkennbar ist.

Die Mittelwerte des Puls-Atem-Quotienten fielen von 3,81

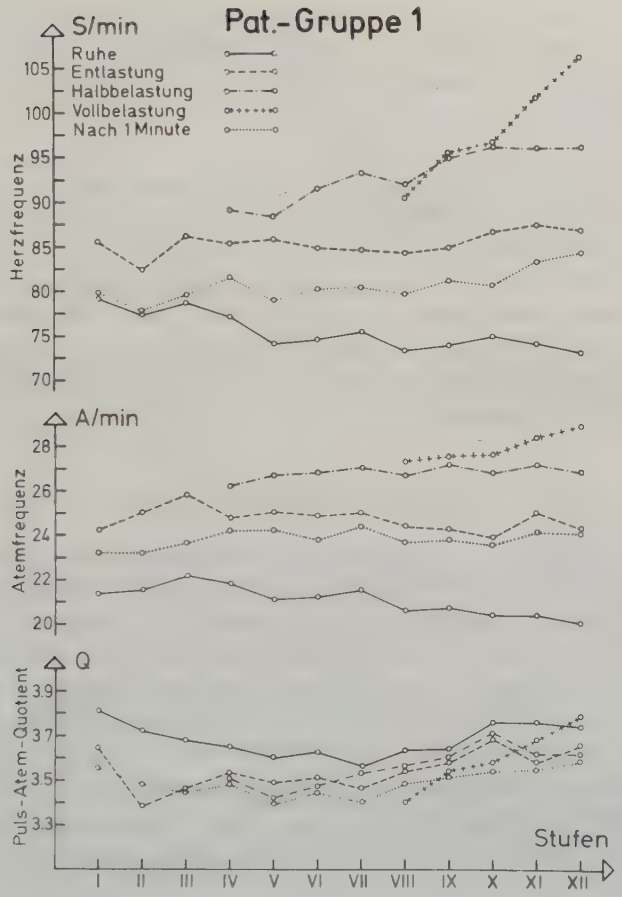

Abb. 3: Verhalten der Mittelwerte von Herzfrequenz, Atemfrequenz und Puls-Atem-Quotient des Gesamtkollektivs im Mobilisationsverlauf. Die Ruhewerte, die Werte der 3 Belastungsphasen und die "Nach"-Werte der 12 Mobilisationsstufen sind durch gleichartige Liniensymbole verbunden. Die senkrecht übereinander liegenden Werte zeigen die Veränderungen der jeweiligen Belastungsphase zur "Ruhe"- und "Nach"-Phase.

bei Stufe I bis 3,56 auf Stufe VII (18. Krankheitstag ± 5) ab, um dann wieder bis auf 3,76 anzusteigen. Gesicherte Unterschiede ließen sich im gesamten Verlauf nicht feststellen.

Die Standardsabweichungen in Ruhe schwankten bei allen 3 Parametern auffällig gering (HF: 9,7 - 11,9 S/min; AF: 3,5 - 4,4 A/min; Q P/A: 0,62 - 0,82). Sie zeigten im Mobilisationsverlauf zwar alle eine abnehmende Tendenz, die sich mit dem F-Test aber nie sichern ließ. Beim Ruhequotienten waren bei hohen Mittelwerten(Stufe I, Stufe XI) große, bei niedrigen Mittelwerten (Stufe VII) kleine Standardabweichungen festzustellen.

Verhalten der Parameter bei körperlicher Belastung

Die maximale Herzfrequenz des Gesamtkollektivs zeigte im Verlauf der Entlastungsphase trotz ansteigender Übungsintensität ein nahezu gleichbleibendes Mittelwertsniveau um 85 S/min. Lediglich von Stufe I auf Stufe II war ein Abfall auf 82,4 S/min zu beobachten, der sich jedoch nicht sichern ließ. Im Verlauf der Halbbelastungsphase ließen sich von Stufe V (88,9 S/min) auf Stufe X (96,2 S/min) gesicherte Herzfrequenzsteigerungen nachweisen ($P < 0,02$). Während der Vollbelastungsphasen stieg die max. HF kontinuierlich an, was sich bei Überspringen jeweils einer Stufe stets sichern ließ ($P < 0,05$).

Die Mittelwerte der Atemfrequenz unter Körperbelastung zeigten im gesamten Mobilisationsverlauf bei allen drei Belastungsphasen keine sicherbaren Unterschiede. Aus der graphischen Darstellung (Abb. 3) läßt sich - bei sonst sehr gleichförmigem Mobilisationsverlauf - lediglich in der Entlastungsphase von Stufe I (24,2 A/min) auf Stufe III (25,8 A/min) und in der Vollbelastungsphase von Stufe X (27,6 A/min) auf Stufe XII (28,9 A/min) eine leichte Atemfrequenzsteigerung erkennen.

Der Mittelwertverlauf des Puls-Atem-Quotienten zeigte in der Entlastungsphase von Stufe I (3,64) auf Stufe II (3,38) einen deutlichen Abfall und anschließend einen geringen Anstieg bis Stufe X (3,68). In der Halbbelastungsphase war eine gleichmäßige Quotientenzunahme von Stufe V (3,41) bis Stufe X (3,68) zu beobachten. In der Vollbelastung stieg der Quotient kontinuierlich von 3,40 (Stufe VIII) bis 3,79 (Stufe XII) an. Diese aus der Graphik erkennbaren Tendenzen waren statistisch nicht zu belegen.

Die Standardabweichungen der HF, AF und des Q P/A wiesen im Mobilisationsverlauf bei keiner Belastungsphase sicherbare Differenzen auf.

Verhalten der Parameter nach der Belastung

Eine Minute nach dem Übungsende zeigte die mittlere HF eine gleichmäßige, leichte Anstiegstendenz im Mobilisationsverlauf. Sie lag auf Stufe XII gesichert höher als auf Stufe II ($P < 0,05$). Die Mittelwerte der AF und des Q P/A nach der Belastung ließen keine sicherbaren Differenzen im Verlauf erkennnen.

Unterschiede zwischen den Standardabweichungen nach der Belastung waren bei allen 3 Parametern im Mobilisationsverlauf nicht nachweisbar.

IV.1.2. Vergleich des Puls-Atem-Quotienten zwischen Männern und Frauen

In Tab. 3 und Tab. 4 (s. Tabellenanhang) sind die Mittelwerte und Standardabweichungen des Puls-Atem-Quotienten während der Mobilisationsbehandlung bei Männern und Frauen gegenübergestellt.

Während sich die Mittelwerte und Streubereiche des Q P/A bei Männern (N = 43) nicht von dem beim Gesamtkollektiv beschriebenen Verhalten unterschieden, zeigten die Frauen (N = 15) im Behandlungsverlauf insgesamt stärkere Mittelwertschwankungen und größere Standardabweichungen.

Insbesondere am Anfang der Mobilisation waren bei den Frauen höhere Ruhe-Quotienten bei größeren Streubereichen festzustellen, die sich im weiteren Verlauf jedoch denen der Männer annäherten. In den Belastungsphasen wiesen die Frauen auf fast allen Mobilisationsstufen niedrigere Quotientenwerte als die Männer auf. Signifikante Mittelwerts- und Varianzunterschiede des Q P/A zwischen Männern und Frauen konnten jedoch während der gesamten Mobilisationsbehandlung nicht nachgewiesen werden.

IV.1.3. Vergleich der Parameter zwischen den verschiedenen Altersgruppen

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der HF, AF und des Q P/A sind für die Altersgruppen (< 50 J., 50 - 59 J., 60 - 69 J. und > 70 J.) in den Tab. 5 - 8 (s. Tabellenanhang) niedergelegt. In den Abb. 4 - 7 ist ihr Mittelwertsverhalten in Ruhe, in der Entlastungsphase, in der Halb- und Vollbelastungsphase, sowie "Nach" der Belastung gegenübergestellt:

Ruhephase (Abb. 4)

Bei Körperruhe zeigten die mittleren Herzfrequenzen der verschiedenen Altersgruppen im ersten Drittel der Mobilisation ein unterschiedliches Verhalten, während sie im weiteren Behandlungsverlauf bis Stufe VII nur geringe Differenzen zwischen den Gruppen aufwiesen und erst im letzten Drittel ein nach dem Lebensalter gestaffeltes Niveau erkennen ließen. Ein gesicherter Unterschied war jedoch nur zwischen der Gruppe 9 (50 - 59 J.) und der Gruppe 10 (60 - 69 J.) auf

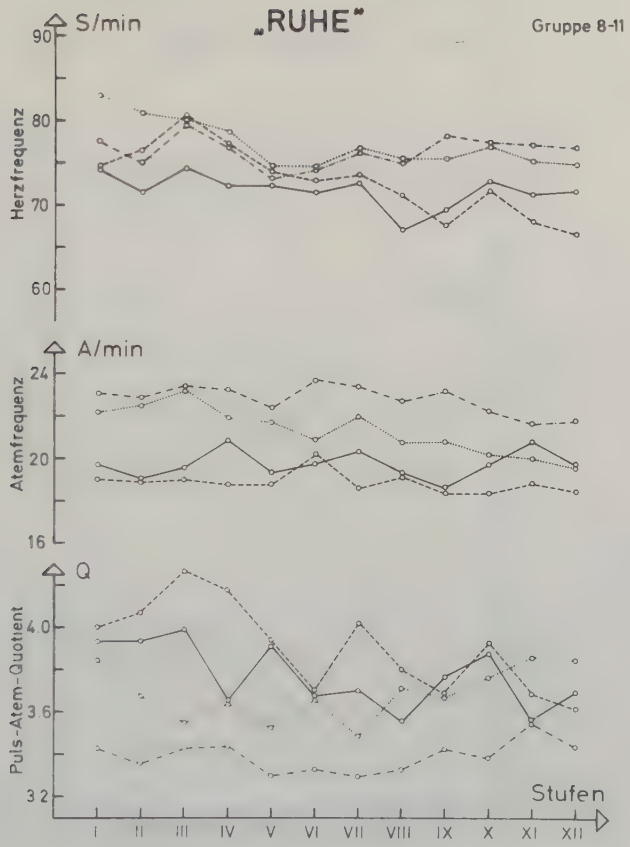

Abb. 4: Vergleich der Altersgruppen in Ruhe:
Die Mittelwerte von HF, AF und Q P/A sind im Mobilisationsverlauf für jede Altersgruppe (s. Tab. 1) durch gleichartige Liniensymbole dargestellt.

Altersgr. < 50 J. = --------- (N = 6)
Altersgr. 50 - 59 J. = ———————— (N = 11)
Altersgr. 60 - 69 J. = ... (N = 31)
Altersgr. > 70 J. = -.-.-.-.- (N = 10)

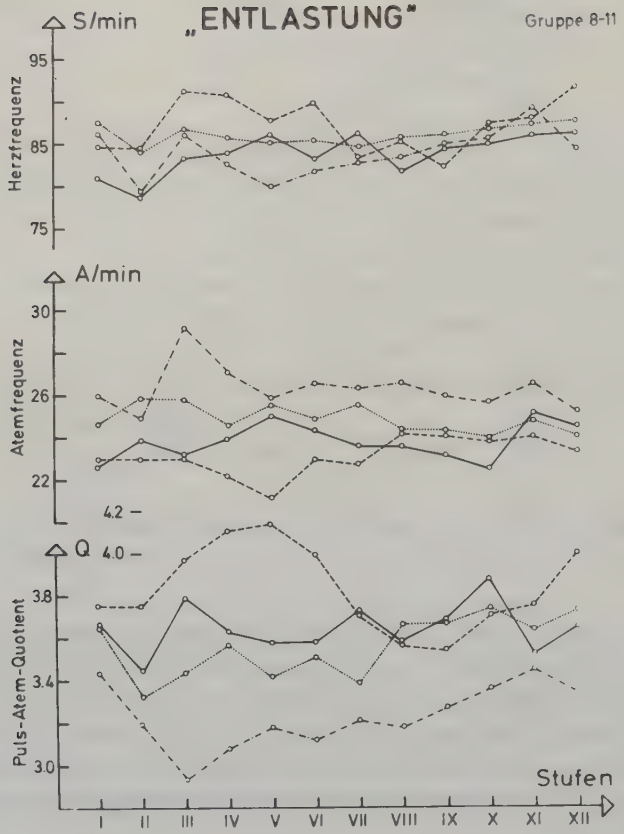

Abb. 5: Vergleich der Altersgruppen in der Entlastungsphase:
Die Mittelwerte von HF, AF und Q P/A sind im Mobilisationsverlauf für jede Altersgruppe (s. Tab. 1) durch gleichartige Liniensymbole dargestellt.
Altersgr. < 50 J. = --------- (N = 6)
Altersgr. 50 - 59 J. = ———— (N = 11)
Altersgr. 60 - 69 J. = ... (N = 31)
Altersgr. > 70 J. = -.-.-.-.- (N = 10)

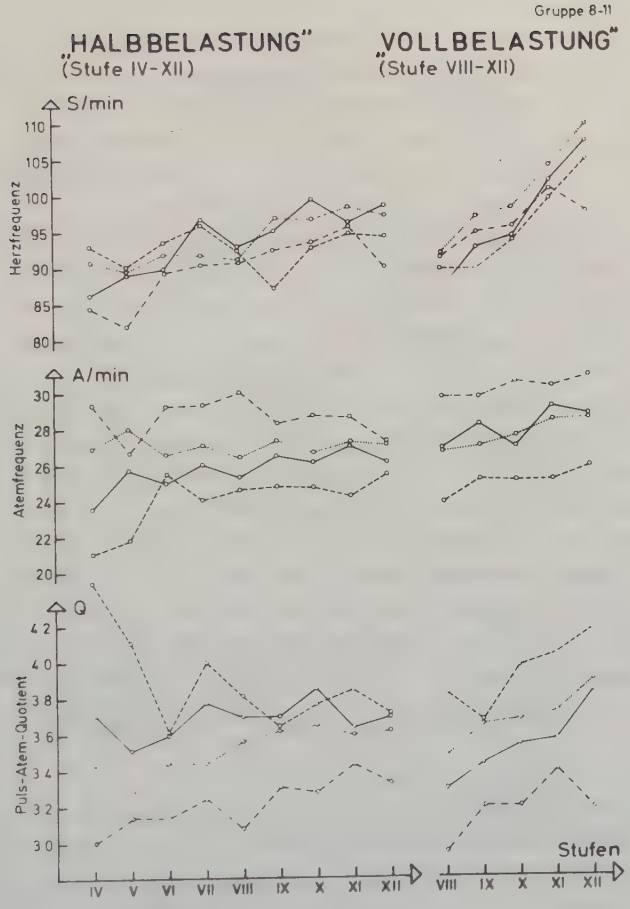

Abb. 6: Vergleich der Altersgruppen in der Halb- und Vollbelastungsphase:
Die Mittelwerte von HF, AF und Q P/A sind im Mobilisationsverlauf für jede Altersgruppe (s. Tab. 1) durch gleichartige Liniensymbole dargestellt.

Altersgr. < 50 J. = - - - - - (N = 6)
Altersgr. 50 - 59 J. = ——— (N = 11)
Altersgr. 60 - 69 J. = ... (N = 31)
Altersgr. > 70 J. = -.-.-.-.- (N = 10)

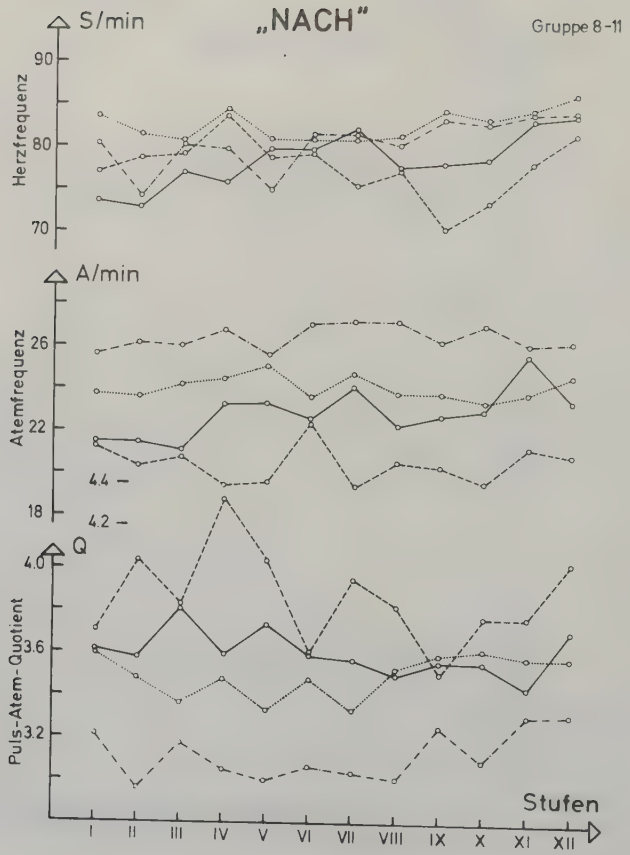

Abb. 7: Vergleich der Altersgruppen nach der Belastung: Die Mittelwerte von HF, AF und Q P/A sind im Mobilisationsverlauf für jede Altersgruppe (s. Tab. 1) durch gleichartige Liniensymbole dargestellt.

Altersgr. < 50 J. = --------- (N = 6)
Altersgr. 50 - 59 J. = ———————— (N = 11)
Altersgr. 60 - 69 J. = ... (N = 31)
Altersgr. > 70 J. = -.-.-.-.- (N = 10)

den Stufen I, II und VIII nachweisbar ($P < 0,05$). Im Mobilisationsverlauf war bei allen Gruppen die Tendenz zur Abnahme der Ruheherzfrequenz festzustellen, die aber nur bei den 60 - 69jährigen von Stufe I auf Stufe V, und von Stufe I auf Stufe XII gesichert werden konnte ($P < 0,02$).

Die Mittelwerte der Atemfrequenz in Ruhe zeigten eine Staffelung nach dem Lebensalter. Die jüngsten Patienten (< 50 J.) wiesen durchweg die niedrigsten, die ältesten (> 70 J.) durchweg die höchsten Atemfrequenzwerte auf. Zwischen diesen beiden Altersgruppen war die Differenz auf den Stufen II, IV, V, VII, VIII, IX, X und XII zu sichern ($P < 0,05$). Bei den anderen Altersgruppen ergaben sich gesicherte Unterschiede zwischen Gruppe 9 (50 - 59 J.) und Gruppe 11 (> 70 J.) auf der Stufe IX sowie zwischen Gruppe 9 und Gruppe 10 (60 - 69 J.) auf der Stufe II. Im Mobilisationsverlauf konnte bei den beiden jüngeren Patientengruppen keine und bei der ältesten Gruppe nur eine geringe Abnahmetendenz der Ruheatemfrequenz festgestellt werden. Lediglich die 60 - 69 Jahre alten Patienten zeigten von Stufe III auf Stufe XII einen gesicherten Abfall ($P < 0,05$).

Bei dem Ruhequotienten war ebenfalls ein nach dem Alter gestaffeltes Verhalten vor allem in der ersten Hälfte der Mobilisation zu erkennen. Gesicherte Mittelwertsdifferenzen traten jedoch nur zwischen der ältesten und der jüngsten Gruppe bei Stufe II, III und IV auf. Die ältesten Patienten zeigten durchweg die tiefsten Quotientenmittelwerte. Bei den beiden ältesten Patientengruppen (> 60 J.) läßt sich in der ersten Mobilisationshälfte eine abfallende, in der zweiten eine ansteigende Tendenz des Ruhequotienten aus der Graphik erkennen. Bei der jüngsten Patientengruppe war schon zu Beginn der Übungsbehandlungen eine Quotientenzunahme bis Stufe III und ein deutlicher Abfall im weiteren Verlauf bis Stufe XII festzustellen. Diese Quotientendifferenzen im Verlauf waren jedoch bei keiner Gruppe zu sichern.

Belastungsphasen (Abb. 5 und 6)

Der Einfluß des Lebensalters kam bei den untersuchten Parameter während der Belastung in unterschiedlichem Maße zum Ausdruck.

Die maximalen Herzfrequenzen wiesen in allen drei Belastungsphasen zwischen den Gruppen keine statistisch sicherbaren Unterschiede auf. Bezieht man die unterschiedlichen Ruheherzfrequenzen mit ein, so läßt sich die Tendenz erkennen, daß die ältesten Patienten die Übungen mit geringeren Frequenzsteigerungen beantworteten als die jüngeren Patienten. Dies wird für die über 70 Jahre alten Patienten während der Bett- und Hockergymnastik und vor allem während der Vollbelastung auf der letzten Mobilisationsstufe deutlich.

Die Atemfrequenzmittelwerte zeigten in allen Belastungsphasen eine Staffelung nach dem Lebensalter. Die ältesten Patienten ließen stets die höchsten, die jüngsten die niedrigsten AF-Werte erkennen. Dies war für diese beiden Gruppen während der Bettgymnastik auf den Stufen III, IV, V, während der Hockergymnastik auf den Stufen IV, V, VII, VIII, X, XI und während der Vollbelastung auf den Stufen VIII, X, XII sicherbar ($P < 0{,}05$). Die beiden mittleren Altersgruppen lagen abgestuft dazwischen, wiesen jedoch keine sicherbaren Mittelwertsdifferenzen auf. Eine wesentliche Steigerung der mittleren Atemfrequenz durch die zunehmende Belastung im Mobilisationsverlauf fand sich bei keiner Altersgruppe.

Die Quotientenmittelwerte unter Belastung zeigten ebenfalls ein vom Alter abhängiges Verhalten. So wurde bei steigendem Lebensalter der Gruppen stets eine Abnahme des mittleren Puls-Atem-Quotienten beobachtet. Zwischen der jüngsten und ältesten Patientengruppe waren gesicherte Differenzen in der Entlastungsphase auf den Stufen III, IV, V, VI, in der

Halbbelastungsphase auf den Stufen IV, V, VIII und in der Vollbelastungsphase auf den Stufen VIII, X, XII festzustellen. Bei den über 60jährigen Patienten (Gruppe 10 und 11) lagen die Quotientenmittelwerte während aller Belastungsphasen deutlich unter dem jeweiligen Ruhewert, lediglich bei Gruppe 10 wurde der Ruhequotient einmal während der Vollbelastung auf Stufe XII übertroffen. Die unter 60 Jahre alten Patienten (Gruppe 8 und 9) dagegen zeigten während den Übungen zumeist höhere Belastungsquotienten als in Ruhe. Die für jede Altersgruppe aus den Abb. 5 und 6 ersichtlichen Mittelwertsschwankungen des Q P/A im Mobilisationsverlauf ließen sich in keiner Belastungsphase statistisch sichern.

Nach-Phase (Abb. 7)

Die Mittelwerte der HF zeigten eine Minute nach dem Übungsende bei den jüngeren Patienten (< 60 J.) einen starken Abfall gegenüber den zuvor erreichten max. Arbeitsherzfrequenzen, während die Abnahme der HF bei den älteren Patienten (> 60 J.) nicht so deutlich erkennbar war. Zwischen den ältesten und den jüngsten Patienten war ein Unterschied auf Stufe IX, zwischen den beiden mittleren Gruppen auf den Stufen I und IV sicherbar ($P < 0{,}05$).

Die Atemfrequenzmittelwerte zeigten auch nach den Übungen eine Staffelung nach dem Lebensalter. Zwischen den unter 50jährigen und den über 70 Jahre alten Patienten war ein Unterschied auf den Stufen II, III, IV, VII, VIII, IX, X und XII nachweisbar ($P < 0{,}05$), während die mittleren Gruppen keine sicheren Differenzen aufwiesen. Berücksichtigt man die in den vorausgegangenen Belastungsphasen erreichten Atemfrequenzwerte, so ließ sich zwischen den Altersgruppen kein Unterschied im Verhalten des Atemfrequenzabfalls auf die Werte nach der Belastung erkennen.

Die Quotientmittelwerte nach der Belastung waren ebenfalls nach dem Lebensalter gestaffelt. Sie waren bei den jüngsten Patienten auf den Stufen II, IV, V, VII, VIII und XII signifikant höher als bei den ältesten Patienten. Der Q P/A nach der Belastung lag im gesamten Mobilisationsverlauf bei allen Altersgruppen durchweg unter dem jeweiligen Ruhewert. Die für jede Altersgruppe aus Abb. 7 ersichtlichen Mittelwertschwankungen des Q P/A im Mobilisationsverlauf nach der Belastung ließen sich nicht sichern.

Vergleicht man die Standardabweichungen aller drei Parameter bei den Altersgruppen, so war weder zwischen den Gruppen, noch im Verlauf der Ruhe-, Belastungs- und Nachphasen ein gesicherter Varianzunterschied nachweisbar.

IV.1.4. Vergleich der Parameter zwischen den verschiedenen Schweregradgruppen

Um den Einfluß des Schweregrades des Infarktes auf die drei Parameter untersuchen zu können, wurden die Patienten in 4 Gruppen nach dem prognostischen Index von NORRIS and al. (57, 58) eingeteilt (vgl. III.2. und Tab. 1). Die Mittelwerte und Standardabweichungen der HF, AF und des Q P/A sind für diese C.P.I.-Gruppen in den Tab. 9 - 12 niedergelegt. Ihr Mittelwertsverhalten ist in den Abb. 8 - 11 dargestellt.

Ruhephase (Abb. 8)

Bei der Ruheherzfrequenz war zu Beginn der Mobilisation auf Stufe I mit zunehmendem prognostischem Index stets ein höherer Mittelwert zu beobachten. Die Patienten mit dem am schwersten zu bewertenden Infarkt (C.P.I.-Gruppe 7) zeigten auf Stufe I die höchste mittlere HF, die aber schon auf den nächsten Stufen steil abfiel, und auf den Stufen VI und

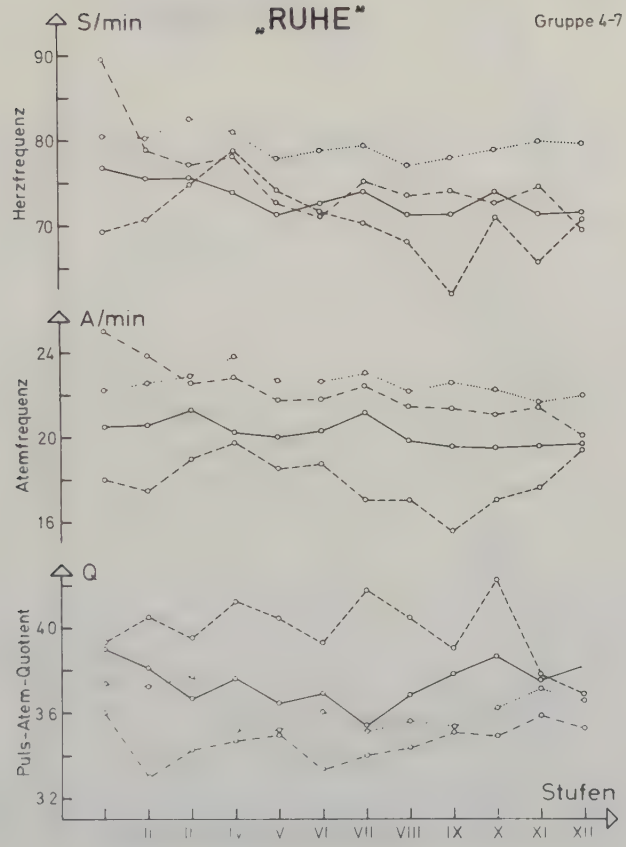

Abb. 8: Vergleich der Schweregradgruppen in Ruhe:
Die Mittelwerte von HF, AF und Q P/A sind im Mobilisationsverlauf für jede C.P.I.-Gruppe (s. Tab. 1) durch gleichartige Liniensymbole dargestellt.

C.P.I.-Gruppe < 4,0 = --------- (N = 4)
C.P.I.-Gruppe 4,0 - 5,9 = ———— (N = 27)
C.P.I.-Gruppe 6,0 - 7,9 = ... (N = 18)
C.P.I.-Gruppe > 8,0 = -.-.-.-.- (N = 9)

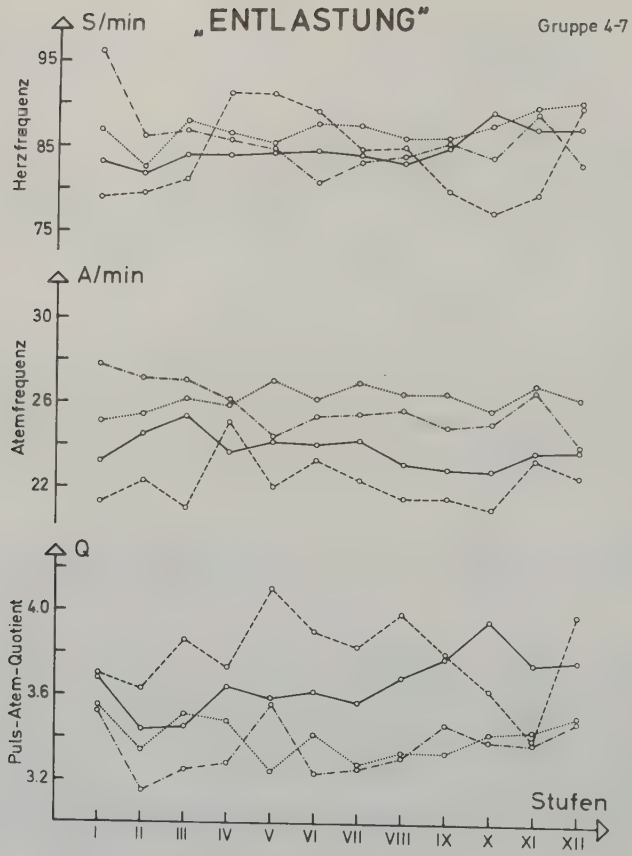

Abb. 9: Vergleich der Schweregradgruppen in der Entlastungsphase:
Die Mittelwerte von HF, AF und Q P/A sind im Mobilisationsverlauf für jede C.P.I.-Gruppe (s. Tab. 1) durch gleichartige Liniensymbole dargestellt.

C.P.I.-Gruppe < 4,0 = --------- (N = 4)
C.P.I.-Gruppe 4,0 - 5,9 = ———— (N = 27)
C.P.I.-Gruppe 6,0 - 7,9 = ... (N = 18)
C.P.I.-Gruppe > 8,0 = -.-.-.-.- (N = 9)

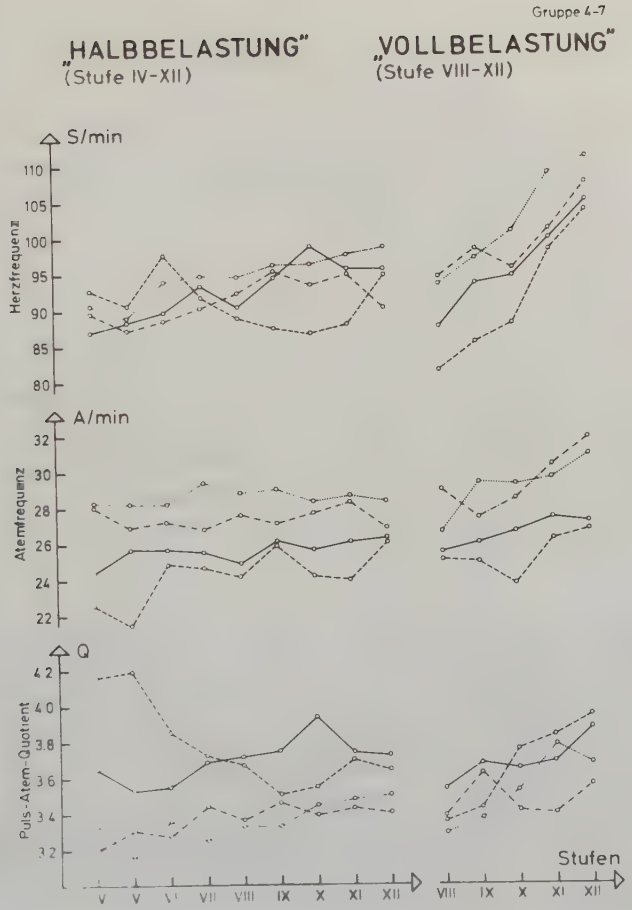

Abb. 10: Vergleich der Schweregradgruppen in der Halb- und Vollbelastungsphase:
Die Mittelwerte von HF, AF und Q P/A sind im Mobilisationsverlauf für jede C.P.I.-Gruppe (s. Tab. 1) durch gleichartige Liniensymbole dargestellt.

C.P.I.-Gruppe < 4,0 = ---------- (N = 4)
C.P.I.-Gruppe 4,0 - 5,I = ———————— (N = 27)
C.P.I.-Gruppe 6,0 - 7,9 = ... (N = 18)
C.P.I.-Gruppe > 8,0 = -.-.-.-.-.- (N = 9)

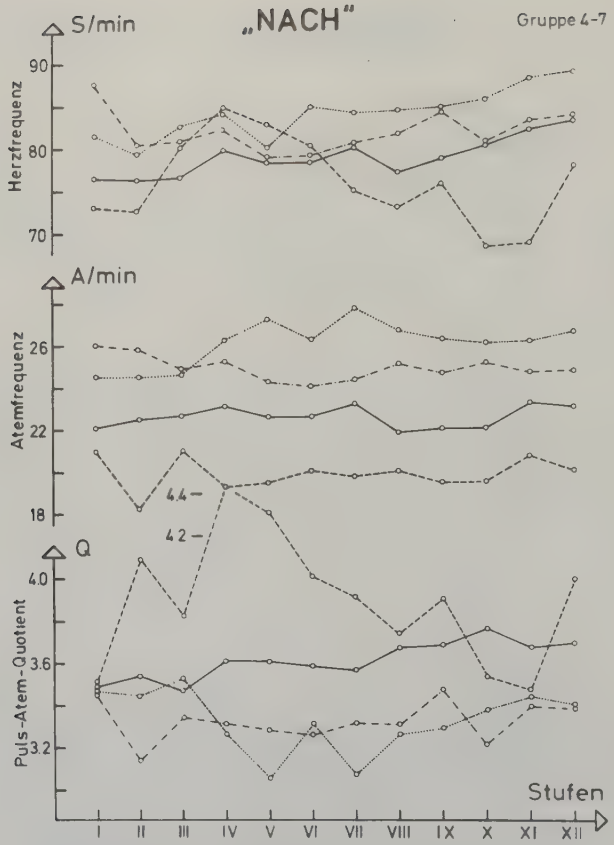

Abb. 11: Vergleich der Schweregradgruppen nach der Belastung:
Die Mittelwerte von HF, AF und Q P/A sind im Mobilisationsverlauf für jede C.P.I.-Gruppe (s. Tab. 1) durch gleichartige Liniensymbole dargestellt.
C.P.I.-Gruppe < 4,0 = --------- (N = 4)
C.P.I.-Gruppe 4,0 - 5,9 = ———— (N = 27)
C.P.I.-Gruppe 6,0 - 7,9 = ... (N = 18)
C.P.I.-Gruppe > 8,0 = -.-.-.-.- (N = 9)

XII die niedrigste Ruheherzfrequenz aller Gruppen aufwies. Dieser Abfall war von Stufe I auf Stufe VI und von Stufe I auf Stufe XII sicherbar ($P < 0,05$). Die Gruppe 6 (C.P.I. 6,0 - 7,9) ließ sehr gleichförmige, auf einem hohen Niveau verlaufende Ruheherzfrequenzen mit einer geringen Abnahmetendenz im Behandlungsverlauf erkennen. Die Schweregradgruppe 5 (C.P.I. 4,0 - 5,9) zeigte von Stufe I auf Stufe V und von Stufe I auf Stufe XII eine signifikante Herzfrequenz-Abnahme in Ruhe ($P < 0,05$). Bei den Patienten mit dem am leichtesten zu bewertenden Infarkt (Gruppe 4) war von Stufe I bis Stufe IV zunächst ein Herzfrequenzanstieg und anschließend von Stufe IV bis Stufe IX ein deutlicher Abfall festzustellen. Vergleicht man die Ruhe-HF zwischen den Gruppen auf der gleichen Mobilisationsstufe, so ergaben sich gesicherte Mittelwertsdifferenzen nur zwischen den Gruppen C.P.I. 4,0 - 5,9 und C.P.I. 6,0 - 6,9 auf den Stufen IV, XI und XII.

Bei der Ruheatemfrequenz ließen die Schweregradgruppen zu Beginn der Mobilisation ein nach dem prognostischen Index gestaffeltes Mittelwertsniveau erkennen. Die Patientengruppe 7 (C.P.I. > 8,0), die auf Stufe I die höchsten AF-Werte aufwies, fiel im weiteren Mobilisationsverlauf bis Stufe XII gesichert ab ($P < 0,05$). Der aus Abb. 9 ersichtliche Mittelwertsverlauf der anderen Schweregradgruppen ließ keine signifikanten Differenzen erkennen. Vergleicht man die Gruppen auf der gleichen Stufe, so ergaben sich für die Ruheatemfrequenz gesicherte Mittelwertdifferenzen zwischen der Gruppe 4 (C.P.I. < 4,0) und der Gruppe 5 (C.P.I. 4,0 - 5,9) auf der Stufe VII, zwischen der Gruppe 4 und der Gruppe 6 (C.P.I. 6,0 - 7,9) auf den Stufen II, VII, VIII, IX, X und zwischen Gruppe 4 und Gruppe 7 (C.P.I. > 8,0) auf den Stufen I, II, VII, VIII, IX, X und XI ($P < 0,05$). Zwischen der Gruppe 5 und der Gruppe 6 bestanden Unterschiede auf den Stufen IV, V, IX, X und zwischen der Gruppe 5 und der Gruppe 7 nur auf den Stufen I und II ($P < 0,05$).

Die Mittelwerte des Puls-Atem-Quotienten in Ruhe zeigten im gesamten Mobilisationsverlauf eine Staffelung nach dem prognostischen Index. So wurde bei steigendem C.P.I.-Wert der Gruppen fast durchweg ein jeweils niedrigeres Quotientenniveau in Ruhe beobachtet. Signifikante Unterschiede ergaben sich nur zwischen der Gruppe 4 (C.P.I. < 4,0) und der Gruppe 7 (C.P.I. > 8,0) auf den Stufen II, IV, VII und X ($P < 0,05$). Die aus Abb. 8 ersichtlichen Mittelwertsveränderungen des Q P/A im Mobilisationsverlauf waren bei keiner Gruppe zu sichern.

Belastungsphasen (Abb. 9 und 10)

Die untersuchten Parameter zeigten während der Belastungsphasen bei den verschiedenen Schweregradgruppen ein unterschiedliches Verhalten.

Die maximalen Herzfrequenzen wiesen unter Körperbelastung zwischen den C.P.I.-Gruppen auf den gleichen Mobilisationsstufen nur selten sicherbare Mittelwertsdifferenzen auf. Ein signifikanter Unterschied war lediglich zwischen Gruppe 5 (C.P.I. 4,0 - 5,9) und Gruppe 7 (C.P.I. > 8,0) während der Bettgymnastik auf Stufe I und zwischen Gruppe 5 und Gruppe 6 (C.P.I. 6,0 - 7,9) bei der Vollbelastung auf Stufe XI nachweisbar. Betrachtet man die Steigerung der max. HF durch die zunehmende Belastung im Mobilisationsverlauf, so fand sich eine gesicherte Frequenzzunahme in der Entlastungsphase bei Gruppe 5 von Stufe VIII auf Stufe X ($P < 0,02$). In der Halbbelastungsphase war dies für Gruppe 5 von Stufe IV auf Stufe X ($P < 0,01$) und für die Gruppen 6 und 7 von Stufe V auf Stufe XII ($P < 0,05$) beweisbar. In der Vollbelastungsphase ließ sich eine Herzfrequenzsteigerung von Stufe VIII auf Stufe XII für die Gruppen 4 - 6, nicht jedoch für Gruppe 7 nachweisen ($P < 0,05$).

Die Atemfrequenz zeigte auf allen Belastungsphasen ein sehr gleichförmiges Mittelwertsverhalten bei den einzelnen

Schweregradgruppen. Eine signifikante Steigerung durch die zunehmende Übungsintensität im Mobilisationsverlauf fand sich bei keiner Gruppe und keiner Belastungsphase. Vergleicht man die Schweregradgruppen auf der jeweils gleichen Mobilisationsstufe, so ergaben sich gesicherte ($P < 0,05$) Mittelwertsdifferenzen der AF zwischen Gruppe 4 und Gruppe 6 in der Entlastung (VII, VIII, X), in der Halbbelastung (IV, V, VII, VIII, X) und in der Vollbelastung (X, XI, XII). Zwischen Gruppe 4 und Gruppe 7 war dies während der Bettgymnastik auf den Stufen I, II, III, VIII, X, während der Hockergymnastik auf den Stufen IV, XI und während der Vollbelastung auf Stufe X nachweisbar ($P < 0,05$). Signifikante Unterschiede ($P < 0,05$) fanden sich auch zwischen der Gruppe 5 und der Gruppe 6 in der Entlastung (V, VIII, IX, X, XI), in der Halbbelastung (IV, VII, VIII) und in der Vollbelastung (IX, XII), während die Gruppe 5 und die Gruppe 7 nur auf Stufe I in der Entlastung und auf Stufe XII in der Vollbelastung gesicherte Differenzen zeigte ($P < 0,05$).

Der Puls-Atem-Quotient ließ auf allen Belastungsphasen für die prognostisch leichter zu bewertenden Infarktgruppen (C.P.I. bis 5,9) ein höheres Mittelwertsniveau als bei den Patienten mit einem C.P.I. über 6,0 erkennen. Gesicherte Differenzen waren zwischen Gruppe 4 und Gruppe 7 in der Halbbelastung auf Stufe IV, zwischen Gruppe 5 und Gruppe 6 während der Bettgymnastik (IX, X) und der Hockergymnastik (VIII, IX, X) nachzuweisen ($P < 0,05$). Bei der Gruppe 5 lag auf Stufe X während der Entlastungs- und Halbbelastungsphase der Quotientenmittelwert gesichert höher als bei der Gruppe 7 ($P < 0,05$). Im Mobilisationsverlauf war bei Gruppe 5 eine signifikante Quotientenzunahme in der Entlastungsphase von Stufe VII auf Stufe X feststellbar ($P < 0,05$), während sich die übrigen, aus Abb. 9 und 10 ersichtlichen Quotientenveränderungen im Verlauf nicht sichern ließen.

Nachphase (Abb. 11)

Die Mittelwerte der Herzfrequenzen wiesen eine Minute nach dem Übungsende keine wesentlichen Unterschiede zwischen den C.P.I.-Gruppen auf. Lediglich bei Gruppe 4 (N = 4) waren stärkere Mittelwertsschwankungen im Mobilisationsverlauf zu beobachten, die auf den Stufen X und XI zu signifikant niedrigeren Herzfrequenzwerten als bei den anderen Gruppen führten ($P < 0,05$).

Das Verhalten der Atemfrequenzwerte nach der Belastung ließ einen Einfluß des Schweregrades erkennen. So zeigten die leichter zu bewertenden Infarktpatienten (C.P.I. < 6,0) stets ein deutlich tieferes Atemfrequenzniveau als die Patienten mit einem C.P.I. über 6,0, was sich auf nahezu allen Mobilisationsstufen sichern ließ ($P < 0,05$). Auffällig war der sehr gleichförmige AF-Verlauf bei allen Gruppen nach der Belastung.

Der Puls-Atem-Quotient ließ nach dem Übungsende stärkere Mittelwertsschwankungen vor allem der Gruppe 4 erkennen. Eine Sicherung im Mobilisationsverlauf war jedoch bei jeder einzelnen Gruppe nicht möglich. Vergleicht man die Gruppen untereinander, so zeigten die Patienten mit einem schwerer zu bewertenden Infarkt die Tendenz zu niedrigeren Quotientenmittelwerten. Dies war zwischen Gruppe 4 und Gruppe 7 auf den Stufen II, IV, VI und zwischen Gruppe 4 und Gruppe 6 auf den Stufen II, IV, V, VI, VII, VIII, XII nachweisbar. Die Gruppe 5 unterschied sich auf den Stufen IV, V, VII, VIII und X gesichert von den Gruppen 6 und 7 ($P < 0,05$).

Die Standardabweichungen aller 3 Parameter wiesen im Mobilisationsverlauf bei den Schweregradgruppen keine gesicherten Varianzunterschiede auf.

IV.2. Verhalten von Herzfrequenz, Atemfrequenz und Puls-Atem-Quotient während der ergometrischen Belastungsuntersuchungen

Die Mittelwerte und Streubereiche der untersuchten Parameter sind für die Spiroergometrie- und Ergometrie-Gruppe (s. Methodik) in Abb. 12 und 13 graphisch dargestellt, die Zahlenwerte sind in Tabelle 14 (s. Tabellenanhang) zusammengefaßt.

IV.2.1. Mittelwerte und Streubereiche der Parameter bei der Spiroergometrie

Die Mittelwerte der maximalen Herzfrequenzen stiegen beim Spiroergometrie-Kollektiv von 83 ± 13 S/min vor der Belastung im Sitzen auf 139 ± 15 S/min bei 100 W kontinuierlich an. Eine Sicherung der Herzfrequenzzunahme war auf der 25 Watt- und 50-Watt-Stufe jeweils gegenüber der vorausgegangenen, bei 75 W und 100 W bei Überspringen jeweils einer Stufe möglich ($P < 0,01$). Der Abfall eine Minute nach der Belastung auf 108 ± 19 S/min ließ sich ebenfalls sichern ($P < 0,01$). Ein Varianzunterschied im Belastungsverlauf war nicht nachweisbar.

Die Mittelwerte der Atemfrequenz zeigten ebenfalls eine stetige Zunahme von 18,0 ± 4,3 A/min vor der Tretarbeit auf 27,5 ± 4,5 A/min bei 100 W, was sich bei Überspringen jeweils einer Wattstufe sichern ließ ($P < 0,02$). Eine Minute nach der Belastung fiel sie auf 22 ± 5,3 A/min signifikant ab ($P < 0,01$). Varianzunterschiede fanden sich nicht.

Die Quotientenmittelwerte ließen während der spiroergometrischen Dauerbelastung einen hohen Ausgangswert (4,78 ± 1,00) im Sitzen und einen kontinuierlichen Anstieg bis 75 W (5,77 ± 2,05) erkennen. Bei 100 W kam es zu einem

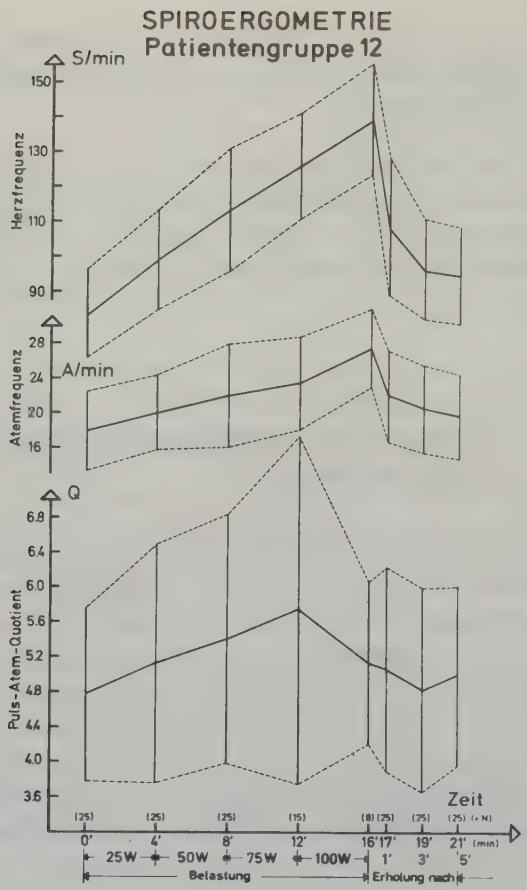

Abb. 12: Mittelwerte und Standardabweichungen von HF, AF und Q P/A (Ordinate) bei der spiroergometrischen Belastung (Pat.-Gruppe 12, s. Tab. 1). Der Untersuchungsablauf (Abszisse) ist in Minuten (') aufgeteilt. Die Parameter sind vor der Belastung (O'), jeweils in der letzten Minute der einzelnen Watt-Stufe (W) und in der Erholungsphase (1', 3', 5') dargestellt. Die Zahlen in Klammern (N =) geben die Anzahl der Patienten auf der betreffenden Stufe an.

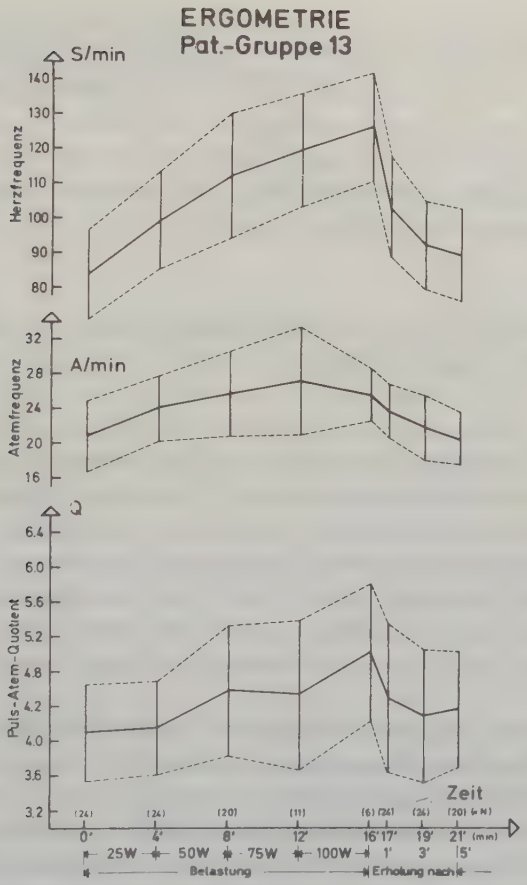

Abb. 13: Mittelwerte und Standardabweichungen von HF, AF und Q P/A (Ordinate) bei der ergometrischen Belastung (Pat.-Gruppe 13, s. Tab. 1). Der Untersuchungsablauf (Abszisse) ist in Minuten (') aufgeteilt. Die Parameter sind vor der Belastung (0'), jeweils in der letzten Minute der einzelnen Watt-Stufe (W) und in der Erholungsphase (1', 3', 5') dargestellt. Die Zahlen in Klammern (N =) geben die Anzahl der Patienten auf der betreffenden Stufe an.

Abfall auf 5,13 ± 0,94. In der Erholungsphase wurden Quotientenwerte um 5,0 ± 1,2 beobachtet. Auffällig waren die großen Streubereiche des Q P/A bei der Spiroergometrie, die zwischen dem Ausgangswert und der 50-Wattstufe sowie zwischen 75 W und 100 W signifikante Varianzunterschiede aufwiesen. Eine Sicherung der Mittelwertsdifferenzen des Quotienten war nicht möglich.

IV.2.2. Mittelwerte und Streubereiche der Parameter bei der Ergometrie

Die Mittelwerte der max. HF nahmen beim Ergometrie-Kollektiv im Belastungsverlauf vom Ausgangswert (84 ± 13 S/min) bis zur 100-Wattstufe (128 ± 16 S/min) stetig zu. Diese HF-Steigerung war bei 25 und 50 W von Stufe zu Stufe, und bei 75 und 100 W bei Überspringen jeweils einer Belastungsstufe sicherbar ($P < 0,02$). Die Herzfrequenz sank eine Minute nach der Belastung auf 104 ± 14 S/min gesichert ab ($P < 0,01$). Varianzunterschiede fanden sich nicht.

Die Atemfrequenzmittelwerte stiegen bei der Ergometrie-Gruppe (ohne Atemmaske) von 20,9 ± 4 vor der Belastung auf 27,3 ± 6,2 bei 75 Watt an und fielen bis 100 Watt wieder leicht ab. Der AB-Mittelwert bei 25 W lag gesichert über dem Ausgangswert ($P < 0,01$) und signifikant unter dem bei 75 Watt beobachteten Wert ($P < 0,05$). Ein Varianzunterschied im Verlauf war nicht nachweisbar.

Die Mittelwerte des Q P/A stiegen während der ergometrischen Dauerbelastung von 4,09 ± 0,56 vor der Tretarbeit auf 5,03 ± 0,78 bei 100 W an. Die Mittelwertsdifferenzen des Q P/A waren bei Überspringen jeweils einer Belastungsstufe durchweg sicherbar ($P < 0,02$). Eine Minute nach dem Belastungsende fiel der Puls-Atem-Quotient gesichert auf 4,45 ± 0,85 ab ($P < 0,02$). Varianzunterschiede des Q P/A ließen sich nicht nachweisen.

IV.2.3. Vergleich der Parameter zwischen der Spiroergometrie- und der Ergometrie-Gruppe

In Abb. 14 ist das Mittelwertsverhalten der Parameter während der Fahrradergometrie bei beiden Gruppen dargestellt; die Zahlenwerte sind Tabelle 14 (s. Tabellenanhang) zu entnehmen.

Bei der Herzfrequenz ließen sich zwischen der Spiroergometrie und der Ergometrie-Gruppe keine gesicherten Differenzen im Mittelwerts- und Streuungsverhalten feststellen.

Bei den Atemfrequenzen dagegen waren für die Gruppe mit Atemmaske (Spiroergometrie) im gesamten Untersuchungsablauf deutlich niedrigere Mittelwerte als für die Gruppe ohne Atemmaske (Ergometrie) erkennbar. Bei nicht sicherbaren Varianzunterschieden ließ sich die Mittelwertsdifferenz der AF vor der Belastung ($P < 0{,}02$) sowie auf der 25- und 50-Wattstufe nachweisen ($P < 0{,}05$).

Der Puls-Atem-Quotient zeigte während der gesamten Dauerbelastungsuntersuchung bei der Spiroergometrie-Gruppe höhere Mittelwerte und größere Standardabweichungen als bei der Gruppe ohne Atemmaske. Signifikante Varianzunterschiede zwischen beiden Gruppen waren vor der Tretarbeit im Sitzen sowie auf der 25-, 50- und 75-Wattstufe nachweisbar ($P < 0{,}01$). Die Mittelwertsdifferenzen des Q P/A ließen sich vor der Belastung und bei 25 bis 75 Watt mit dem WELCH-Test (s. II.6.) sowie eine Minute nach dem Belastungsende mit dem t-Test sichern ($P < 0{,}05$).

IV.3. Gegenüberstellung der Parameter bei krankengymnastischer Intervall- und ergometrischer Dauerbelastung

In Tab. 13 (s. Tabellenanhang) sind die Mittelwerte und Standardabweichungen von HF, AF und Q P/A während des krankengymnastischen Übungsprogramms auf Stufe XII für das Spiroergometrie- und Ergometrie-Kollektiv zusammengefaßt. Ihr Mittelwertsverhalten ist während der Mobilisationsstufe XII (Intervallbelastung) und der Fahrradergometrie (Dauerbelastung) in Abb. 14 gegenübergestellt.

Die hinsichtlich Anzahl, Alter und Schweregrad nahezu gleich zusammengesetzten Kollektive (Gruppe 12 und 13, s. Tab. 1) zeigten bei Mittelwerts- und Streuungsverhalten aller drei Parameter auf der Mobilisationsstufe XII keine sicherbaren Unterschiede. Die während der Fahrradergometrie zwischen Gruppe 12 und 13 beobachteten und bereits beschriebenen Differenzen der AF und des Q P/A waren auf eine unterschiedliche Untersuchungsmethodik zurückzuführen, weshalb die Spiroergometrie-Gruppe im folgenden unberücksichtigt bleiben soll.

Vergleicht man die Ausgangswerte zwischen den beiden Belastungsverfahren, so waren bei der Ergometrie - bei bereits auf dem Fahrrad sitzenden Patienten - stets höhere Herz- und Atemfrequenzmittelwerte sowie ein gesichert höherer Puls-Atem-Quotient ($P < 0{,}05$) festzustellen als auf Mobilisationsstufe XII - bei im Bett liegenden Patienten.

Während der krankengymnastischen Intervallbelastung wurden geringere Herzfrequenzsteigerungen als während der ergometrischen Dauerbelastung beobachtet. So lag die auf Stufe XII festgestellte maximale Herzfrequenz (Vollbelastung) von 107 S/min auf einem Mittelwertsniveau, das bei der Fahrradergometrie zwischen 25 und 50 Watt vom gleichen Patientenkollektiv (Gruppe 13) erreicht wurde. Die Atemfrequenzsteigerungen bei den krankengymnastischen Übungen

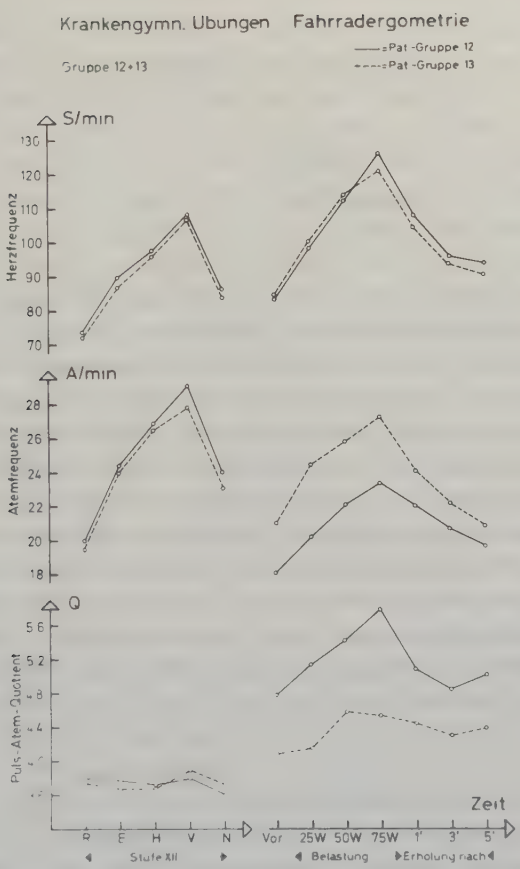

Abb. 14: Gegenüberstellung von krankengymnastischen Übungen (Stufe XII) und der ergometrischen Belastung; Vergleich der Patientengruppen 12 und 13 (s. Tab. 1): Die Mittelwerte der untersuchten Parameter (Ordinate) sind bei den Gruppen durch verschiedene Liniensymbole verbunden. Abszisse: R = Ruhe (im Liegen); E = Entlastung; H = Halbbelastung; V = Vollbelastung; N = nach der Belastung (im Liegen); Vor = vor der Belastung (im Sitzen); 25 W, 50 W, 75 W = letzte Minute der jeweiligen "Watt"-Stufe, 1', 3', 5' = Erholungswerte (im Sitzen).

waren dagegen sehr deutlich ausgeprägt. Die AF zeigte während der Vollbelastung auf Stufe XII (27,7 A/min) ein höheres Mittelwertsniveau als bei 75 W (27,3 A/min) und 100 W (25,8 A/min). In der Halbbelastungsphase (Hockergymnastik) wurde bereits ein AF-Mittelwert (26,4 A/min) beobachtet, der dem zwischen 50 W und 75 W erreichten Wert bei der Ergometrie entsprach.

Bei dem Vergleich des Puls-Atem-Quotienten ließ sich während der ergometrischen Dauerbelastung stets ein höherer Mittelwert als bei der Intervallbelastung nachweisen ($P < 0,02$). Im Verhalten des Q P/A während der Belastung waren ebenfalls Unterschiede erkennbar. Bei der Fahrradergometrie stieg der Quotientenmittelwert - mit Ausnahme der 75-Wattstufe - stetig an und war bei Überspringen einer Wattstufe stets signifikant höher. Bei der krankengymnastischen Mobilisationsbehandlung dagegen trat gegenüber dem Ruhewert zunächst ein Abfall in der Entlastungs- und Halbbelastungsphase auf. Erst in der Vollbelastungsphase kam es zu einem Quotientenanstieg, der sich aber statistisch nicht sichern ließ.

Vergleicht man das Streuungsverhalten der drei Parameter zwischen den beiden Belastungsverfahren, so zeigten sich während der Fahrradergometrie (Gruppe 13) zumeist höhere Standardabweichungen als auf der Stufe XII. Mit dem F-Test ließen sich jedoch dabei keine gesicherten Varianzunterschiede nachweisen.

V. Diskussion

V.1. Methodik

Eine Analyse des Parameters "Puls-Atem-Quotient" (Q P/A) setzt voraus, daß die Grundgrößen "Herzfrequenz" (HF) und "Atemfrequenz" (AF) durch die Registriermethodik nicht beeinflußt werden. Auf der einen Seite darf der Proband durch die Registriertechnik in seinen physiologischen Reaktionen keine Beeinträchtigungen erfahren. Dabei ist bei einem Mobilisationsprogramm, das Untersuchungen der Parameter unter Körperbelastung sowohl im Liegen und Sitzen, wie auch beim Gehen und Treppensteigen vorsieht, zu fordern, daß die Bewegungsfreiheit und Ortsungebundenheit des Probanden während der verschiedenen Übungen völlig gewährleistet und durch Registrierelektroden und Meßfühler subjektiv nicht gestört wird. Auf der anderen Seite muß auch bei körperlicher Belastung eine einwandfreie und gleichzeitige Erfassung der Meßparameter gewährleistet sein. Dieser Forderung wurde bei unserer Methodik durch eine zeitgleiche, telemetrische Datenübermittlung und Registrierung - bei geringem Gewicht und kleinen Abmessungen des Senders - Rechnung getragen.

Dabei ist - bei nur wenig störenden Brustwandklebeelektroden - die Bestimmung der Herzfrequenz durch Auszählen der R-Zacken über eine Minute als objektiv anzusehen (11, 21, 30, 69).

Bei der Ermittlung der Atemfrequenz hingegen sind nach Angaben HILDEBRANDTS (21, 23) mechanische, peripher-reflektorische, tagesrhythmische und psychische Einflüsse in stärkerem Maß zu berücksichtigen. So führt jede mechanische Behinderung der spontanen Atemtätigkeit (wie z.B. Mundstücke, Nasenklemmen, Atemmasken bei quantitativen spirometrischen Untersuchungen) zu nicht kalkulierbaren Veränderungen der

Atemfrequenz und damit des Puls-Atem-Quotienten (11, 21, 69). Dies konnte bei unseren Untersuchungen am Spiroergometrie- bzw. am Ergometrie-Kollektiv durch die unterschiedliche Untersuchungstechnik (mit bzw. ohne Atemmaske) voll bestätigt werden. Dabei waren außer signifikanten Mittelwertsunterschieden auch sicherbare Varianzunterschiede nachweisbar (vgl. III.2.3.).

Nach methodischen Untersuchungen von STORCH (69) wird diese direkte Atmungsbeeinflussung durch das Meßprinzip der thermoelektrischen Aufzeichnung des in- bzw. exspiratorischen Temperaturumschlages des Atemluftstromes im Naseneingang vermieden. Dieses, von uns ebenfalls angewandte Prinzip erfüllt zudem die Forderung nach einer geringstmöglichen Behinderung des Patienten durch das minimale Gewicht und die kleinen Abmessungen des Nasenfühlers sowie durch die Verstellbarkeit der zwei Thermistorsonden zur Anpassung an die individuelle Nasenform (11, 21, 69). Eine mögliche psychische Beeinflussung des Patienten durch die Erklärung des Untersuchers, daß die Atmung Gegenstand der Messung sei, läßt sich durch die thermoelektrische Registrierung mit dem suggestiven Hinweis, man führe Temperaturmessungen durch, wirkungsvoll zurückdrängen. Andere emotionale Beeinflussungsmöglichkeiten, so z.B. das individuell unterschiedliche Krankheitsempfinden und die verschiedenartige Erwartungshaltung gegenüber den Therapiemaßnahmen, wie auch peripherreflektorische Einflüsse in Form von Kälte- und Bewegungsreizen, lassen sich bei einer unter Anleitung durchgeführten krankengymnastischen Bewegungstherapie bei Infarktpatienten nicht ausschließen. Wegen der tagesrhythmischen Schwankungen von Herzfrequenz, Atemfrequenz und Puls-Atem-Quotient fordert HILDEBRANDT (21, 22, 26), die Messungen stets zur gleichen Uhrzeit im Tagesablauf durchzuführen. Dies konnte in der vorliegenden Arbeit für jeden Patienten und Behandlungstag aus personellen und organisatorischen Gründen aber nicht durchweg berücksichtigt werden.

Neben derRegistriermethodik und dem Registrierzeitpunkt kommt bei der Bestimmung des Q P/A auch der Auswertungsdauer der Grundgrößen HF und AF und deren Zeitgleichheit eine wichtige Bedeutung zu. Nach HILDEBRANDT (21, 24) und REICHEL et al. (60) sollte eine Zählung der HF und AF über volle 2 Minuten erfolgen. Die Mehrzahl der aus Veröffentlichungen zugänglichen Untersuchungen bestimmt die Parameter durch Palpation des Radialispulses und dessen Zählung über eine halbe Minute sowie durch Beobachtung der Thoraxexkursionen und deren Zählung über eine ganze Minute (5, 46, 47). HITTMAIER, der sich ausführlich mit der Methodik zur Q P/A-Bestimmung befaßte, hält das aus einer 2-Minuten-Zählung errechnete Verhältnis von Pulsschlägen zu Atemzügen, mindestens jedoch dieauf 20 Atemzüge entfallende Zahl der Herzschläge für eine, zu wissenschaftlichen Zwecken ausreichende und brauchbare Methode zur Quotientenbestimmung. Die dabei zu vernachlässigende Fehlerbreite wird mit ± 4 Pulsschlägen und ± 1/2 Atemzug angegeben (30). In unseren Untersuchungen, die hauptsächlich auf eine Bestimmung unter Übungsbelastung abzielte, war die Auswertungsdauer zur Quotientenermittlung durch die im krankengymnastischen Übungsprogramm vorgeschriebene Einzelübungsdauer von je 1/2 Minute auf den Mobilisationsstufen I-IV, bzw. von jeweils 1 Minute auf den höheren Mobilisationsstufen vorgegeben. Wie aber die Analyse der ermittelten Atemfrequenzwerte zeigte, lagen diese im Durchschnitt zu allen Belastungsphasen bei dem überwiegenden Teil der Infarktpatienten zumindest um 20 A/min, zumeist jedoch über 20 A/min. Im Vergleich zu den von anderen Untersuchern angewandten, oben erwähnten Bestimmungsmethoden des Q P/A erfüllt unsere Untersuchungsmethodik der telemetrischen, zeitgleichen Herz- und Atemfrequenzregistrierung und die Auswertungsdauer hinreichend die von HITTMAIER (30) aufgestellten Forderungen nach einer für wissenschaftliche Zwecke ausreichenden Genauigkeit.

V.2. Ergebnisse

Herz- und Atemfrequenz unterliegen in Körperruhe und unter Körperbelastung verschiedenen Regulationsprinzipien (16, 67). Die Einstellung der Ruhefrequenzen wird vor allem durch das Schlagvolumen bzw. das Atemzugvolumen zur Aufrechterhaltung des unter Ruhebedingungen erforderlichen Herzminuten- bzw. Atemminutenvolumen bestimmt, die ihrerseits durch individuelle Faktoren - wie vegetative Ausgangslage, Alter, Geschlecht, Körpergröße, Gewicht, Gesundheits- und Trainingszustand -, aber auch durch äußere Bedingungen - wie Temperatur, Körperlage und Tageszeit - in unterschiedlichem Umfang beeinflußt werden. Unter Belastung werden die Arbeitsherz- und Atemfrequenzen entsprechend dem höheren Bedarf an Herz- bzw. Atemminutenvolumen durch neurale, humorale, blutgaschemische und lokale Faktoren gesteuert (10, 16), wobei neben dem arteriellen Partialdruck von Kohlendioxyd und dem pH-Wert vor allem auch den Rezeptoren der arbeitenden Muskulatur eine zentrale Bedeutung zukommt (67).

Herzschlag und Atmung sind vegetative Funktionen, die nach der Grundlagenforschung HILDEBRANDTS (21, 22, 23, 24, 26, 27, 28) "im Gesamtrahmen der rhythmischen Funktionsordnung des Menschen" einer "relativen Frequenzkoordination" unterworfen sind, wobei "die koordinative Norm zugleich das Optimum der Regulation und das Maximum an Ökonomie" darstelle. Die Regulation des Herz- und Atemrhythmus besteht demnach "aus einem Wechselspiel von zwei polaren Anteilen: Der eine Teil tendiert auf leistungsbezogene Bedarfsregulierung im Sinne der Ergotropie, der andere Teil tendiert auf Ordnung, Ökonomie und Bestand im Sinne der Trophotropie". Dies "binde die Funktionen aus dem Zusammenhang heraus an Normen und Sollwerte" (24). Der eigentliche therapeutische Effekt von getroffenen Behandlungsmaßnahmen beruht nach HILDEBRANDT "auf einer Verbesserung der regulativen und koordinativen Leistungen der verschiedenen Systeme, wobei erhöhte bzw. erniedrigte Werte eine phasisch fortschreitende Annäherung an ihren Normbereich erfahren (sog. Normalisierung)" (24).

V.2.1. Herzfrequenz

Nach umfangreichen Längsschnittuntersuchungen an Kurpatienten (21, 46, 56) gilt als Normwert "und mittlerer Zielbereich" für die Herzfrequenz unter Ruhebedingungen 72 S/min mit einem Streubereich von 6 - 14 S/min.

Wir fanden bei dem von uns untersuchten Gesamtkollektiv von Infarktpatienten am Anfang der Mobilisationsbehandlung (8. Krankheitstag ± 3 Tage) einen höheren Mittelwert der Ruheherzfrequenz (79,1 ± 11 S/min).

Zur Erklärung dieser erhöhten Ruheherzfrequenz bei Infarktpatienten ist davon auszugehen, daß der frische Myocardinfarkt regelhaft durch eine eingeschränkte Auswurfleistung des Herzens gekennzeichnet ist, wobei das Ausmaß der Schlagvolumenminderung von der Größe der Myocardnekrose mitbestimmt wird. Somit kann bereits in Ruhe eine Herzfrequenzsteigerung als Kompensationsmechanismus zur Aufrechterhaltung eines ausreichenden Herzzeitvolumens erforderlich sein. Diese kompensatorische Pulsbeschleunigung wird von mehreren Untersuchern beschrieben (2, 3, 16, 33, 38, 63, 64, 67). Hinweisend dafür kann auch gelten, daß in unseren Untersuchungen (vgl. Abb. 8) zu Beginn der Mobilisation mit ansteigendem prognostischem Index, also bei zunehmend schwerer zu bewertendem Infarkt, stets ein höherer Herzfrequenzmittelwert in Ruhe gefunden wurde.

Im Verlauf der Mobilisationsbehandlung zeigten die von uns ermittelten Ruheherzfrequenzen einen periodisch fortschreitenden Abfall, der besonders deutlich beim Gesamtkollektiv zwischen der Mobilisationsstufe III und V (10. - 13. Krankheitstag ± 4) zu sehen war. Er setzte sich in geringerem Umfang bis zum Ende der Mobilisation auf einen Mittelwert von 73,0 ± 11,2 S/min fort (s. Abb. 3). Bei dem gefundenen signifikanten Mittelwertsabfall und der nur geringen Varianzabnahme im Verlauf könnte dies als "Normalisierung

und Ökonomisierung" in dem Sinne verstanden werden, daß erhöhte Ausgangswerte zu Behandlungsbeginn eine phasisch fortschreitende Annäherung an den Normwert erfahren. Diese Normalisierungstendenz der Ruheherzfrequenz, die sich in stärkstem Ausmaß im Zeitraum vom 10. - 13. Tag ± 4 Tage nach Infarktereignis vollzog, konnte für die Gruppen, die die höchste Ausgangsherzfrequenz hatten, nämlich die Patientengruppen mit dem am schwersten zu bewertenden Infarkt (C.P.I. > 8,0) gesichert werden. Dies war auch für die 60 - 69jährigen Patienten und für die Patientengruppe mit einem C.P.I. von 4,0 - 5,9 statistisch nachzuweisen.

Als Ursache für diese Abnahme der Ruheherzfrequenz im Mobilisationsverlauf sind reparative Vorgänge im geschädigten Myocardbereich - im Sinne einer Versteifung der Nekrosezone - mit einer daraus resultierenden Verbesserung der linksventriculären Haemodynamik zu diskutieren (3, 33, 63). So fanden BALBACH (3) und SCHAUMLÖFFEL (63) bei frühmobilisierten Herzinfarktpatienten ab dem 12. - 14. Tag nach Infarktereignis eine Verbesserung haemodynamischer Parameter und eine Ökonomisierung der Herzarbeit. JESCHKE (33, 38) stellte eine statistisch gesicherte Erniedrigung der Ruheherzfrequenzen zwischen dem 7. - 15. Tag nach dem Infarkt fest. Die von uns im fast gleichen Zeitraum beobachtete Ruheherzfrequenzabnahme weist somit auf die erfolgte Verbesserung der Haemodynamik hin, zumal sie besonders deutlich bei den Patienten mit schwer zu bewertendem Infarkt eintrat.

Der Einwand, die von uns bei 89 % der Patienten durchgeführte Digitalistherapie habe diese Herzfrequenzabnahme bewirkt, wurde von JESCHKE untersucht und verworfen (33).

Beim Vergleich der nach Schweregrad eingeteilten Patienten machten wir zwar die Beobachtung, daß mit steigendem prognostischen Index (C.P.I.) auch eine höhere Ruheherzfrequenz während des Mobilisationsverlaufes vorherrschte (vgl. Abb. 8),

gesicherte Unterschiede ließen sich jedoch nur auf wenigen Stufen und nur zwischen der C.P.I.-Gruppe 4,O - 5,9 und der C.P.I.-Gruppe 6,O - 7,9 nachweisen.

Eine statistisch gesicherte Abhängigkeit der Ruhepulsfrequenzen vom Alter bei Erwachsenen ab dem 25. Lebensjahr wird in der Literatur verneint (21, 46, 54), ebenso geschlechtsspezifische Ruhepulsunterschiede (21).

Die von uns festgestellten Unterschiede im Ruheherzfrequenzverhalten bei den nach dem Lebensalter eingeteilten Patienten (vgl. Abb. 4) waren nur auf vereinzelten Mobilisationsstufen und nur zwischen den Patienten im 6. und 7. Dezennium statistisch sicherbar. Durch die Tatsache, daß bei dem von uns untersuchten Kollektiv mit zunehmendem Lebensalter auch stets der Schweregrad des Infarktes anstieg (vgl. Tabelle 1), ist mit einer Überlagerung von infarktspezifischen haemodynamischen Wirkungen und den möglichen Einflüssen des Lebensalters auf die Ruheherzfrequenz zu rechnen. Somit sind sichere Aussagen über den Alterseinfluß auf die Ruheherzfrequenz bei Infarktpatienten aus unseren Untersuchungen nicht möglich.

Unter Körperbelastung steigt die Herzfrequenz bis zu 7O % der maximalen Leistungsfähigkeit linear zur Belastungsintensität an. Je geringer der Herzfrequenzanstieg dabei pro Leistungseinheit ist, desto höher muß die cardio-vaskuläre Leistungsfähigkeit eingeschätzt werden. Diese Gesetzmäßigkeiten lassen sich für jüngere, untrainierte Probanden herausarbeiten (15, 54, 67). Bei älteren Menschen ist aber der Rückschluß aus der Arbeitspulsfrequenz auf eine Belastungsintensität nicht mehr gegeben (15, 33, 61). Mit zunehmendem Alter nehmen die Arbeitsherzfrequenzen und die maximal erreichbare Herzfrequenz ab (31, 54, 61). Zusätzlich hat bei Herzinfarktpatienten die Größe der myocardialen Schädigung einen wichtigen Einfluß auf die Arbeitsherzfre-

quenzen (33, 61). Außerdem kommt bei der Beurteilung der Belastungspulsfrequenz auch der Belastungsart in Form einer Intervallbelastung mit unterschiedlicher Übungs- und Erholungsdauer oder in Form einer Dauerbelastung eine wesentliche Bedeutung zu.

Wir ermittelten während der krankengymnastischen Mobilisationsbehandlung im submaximalen Arbeitsbereich liegende Belastungsherzfrequenzen, und zwar während derjenigen Einzelübung auf der jeweiligen Belastungsphase, bei der die höchste Arbeitsherzfrequenz (max. HF) aufgetreten war (s. Methodik). Die von uns für jede der Belastungsphasen (Bett-, Hockergymnastik und Übungen im Stehen und Gehen) festgestellten höchsten Mittelwerte der max. HF lagen auf sämtlichen Mobilisationsstufen gesichert über den Ruhewerten. Außerdem waren die maximalen Arbeitsherzfrequenzen der Halbbelastungsphase gegenüber der Bettgymnastik auf allen Stufen, die der Vollbelastungsphase gegenüber der Hockergymnastik auf den letzten Stufen signifikant erhöht. Zu dem zeigte sich im Mobilisationsverlauf auf jeder einzelnen Belastungsphase eine zusätzliche Steigerung der max. HF durch die zunehmende Übungsintensität und -dauer, die sich in der Entlastungsphase unter Berücksichtigung der abnehmenden Ruheherzfrequenzen überwiegend sowie in der Halb- und Vollbelastungsphase stets sichern ließ.

Dies läßt - trotz der oben genannten Einschränkungen (15) - die Aussage zu, daß das von uns bei Infarktpatienten angewandte krankengymnastische Übungsprogramm die Bedigungen einer stufenweise aufbauenden und dosierten Belastung hinsichtlich der maximal auftretenden Intensitäten erfüllt.

Beim Vergleich der Arbeitsherzfrequenzen der nach dem Lebensalter eingeteilten Patienten (vgl. Abb. 5 und 6) stellten wir unter Berücksichtigung der Ruheherzfrequenzen bei zunehmendem Alter die Tendenz fest, daß gleiche Übungen auf derselben Mobilisationsstufe mit einer geringeren Herz-

frequenzzunahme beantwortet wurden. Ein ähnlicher Trend war auch bei den Patienten mit zunehmendem Schweregrad des Infarktes zu erkennen. Sichere Unterschiede ließen sich jedoch nur auf wenigen Stufen zwischen den Schweregradgruppen, bzw. den Altersgruppen nachweisen. Durch die Kopplung des C.P.I.-Wertes an das Lebensalter lassen sich die gefundenen Differenzen im Verhalten der max. Arbeitsherzfrequenzen weder dem Einfluß des Lebensalters, noch infarktspezifischen haemodynamischen Wirkungen eindeutig zuordnen. Nach den Untersuchungen von JESCHKE (33) dürften sie jedoch überwiegend auf Altersdifferenzen zurückzuführen sein, da mit zunehmendem Lebensalter eine Einschränkung der Gelenkmotilität und eine Abnahme des Koordinationsvermögens bei Bewegungsabläufen zu erwarten ist, was zu einer unterschiedlichen Intensität und Geschwindigeit beim Absolvieren der verschiedenartigen Einzelübungen, und damit zu einer unterschiedlichen cardialen Reaktion auf gleichartige Übungsteile führen müßte (33).

Die eine Minute nach der letzten Belastungsphase ermittelten Herzfrequenzwerte lagen stets signifikant unter den zuletzt ermittelten max. Arbeitsherzfrequenzen und unterschieden sich nur selten in den einzelnen Alters- bzw. Schweregradgruppen signifikant. Es ließ sich die Tendenz erkennen, daß jüngere Patienten und Patienten mit leichter zu bewertender Infarktschwere einen rascheren Herzfrequenzabfall nach Belastung und damit eine raschere Erholungstendenz zeigten. Auch waren eindeutige Abhängigkeiten zur vorangegangenen Belastung in den einzelnen Belastungsphasen nur angedeutet erkennbar. Daraus läßt sich folgern, daß die in der Praxis durchgeführte Analyse der Herzfrequenz in der unmittelbaren Erholungsphase nach Körperbelastung weder eine Beurteilung der vorangegangenen Belastungsintensität, noch der unterschiedlichen cardialen Umstellungen bei mehr oder weniger eingeschränkter cardialer Leistungsfähigkeit, noch der altersabhängigen Herz-Kreislaufregulationen zuläßt.

Bei dem von uns ohne Berücksichtigung von Alter und Infarktschweregrad angestellten Vergleich zwischen krankengymnastischer Übungsbehandlung und Fahrradergometrie haben sich geringere Herzfrequenzsteigerungen bei der krankengymnastischen Intervallbelastung als bei der ergometrischen Dauerbelastung ergeben. Die während der Übungsbehandlung auf Stufe XII bei der Vollbelastungsphase beobachtete maximale Herzfrequenz wurde von der gleichen Patientengruppe während der Fahrradergometrie bei einer Leistung zwischen 25 und 50 Watt erreicht. Der sich anbietende Rückschluß auf den energetischen Aufwand der krankengymnastischen Übungen läßt sich aber nicht ziehen, da bei dem Übungsprogramm im Vergleich zur Fahrradergometrie nicht nur unterschiedliche Muskelgruppen beansprucht wurden, sondern auch durch die verschiedenen Belastungszeiten mit nur einminütiger Einzelübungsdauer bei der Krankengymnastik keine angenäherten Steady-State-Bedingungen wie bei der Ergometrie erreicht wurden (1, 20, 31, 33, 54, 61).

V.2.2. Atemfrequenzen

HILDEBRANDT (21) gibt an Hand von umfangreichen Untersuchungen an Kurpatienten den Normbereich für die Atemfrequenz unter Ruhebedingungen und unter der Voraussetzung einer spontanen, von der Untersuchungsmethodik unbeeinflußten Atemtätigkeit mit 16 - 18 Atemzügen/min bei einem Streubereich von 3 - 5 A/min an. Eine korrelationsstatistisch gesicherte Abhängigkeit der Ruheatemfrequenz vom Lebensalter wird bei Erwachsenen in der Literatur verneint (12, 21, 46). Die geringen, geschlechtsspezifischen Unterschieds der Ruheatemfrequenzen sind nach Untersuchungen HILDEBRANDTS (21) zu vernachlässigen.

Literaturangaben über Größe und Verhalten der Atemfrequenz unter Ruhebedingungen, im Verlauf von Behandlungsmaßnahmen

und insbesondere während krankengymnastischer Intervallbelastung sind uns bei Patienten mit frischem Myocardinfarkt nicht bekannt.

Bei den von uns untersuchten Infarktpatienten lag der Mittelwert der Ruheatemfrequenz mit 21,4 A/min ± 4,4 zu Beginn der Mobilisationsbehandlung (8. Krankheitstag ± 3) deutlich über dem in der Literatur angegebenen Normbereich von 16 - 18 A/min (21). Im weiteren Mobilisationsverlauf stellten wir bis Stufe III (10. Krankheitstag ± 4) noch einen geringen, nicht sicherbaren Mittelwertsanstieg auf 22,1 A/min ± 4,5 fest. Danach beobachteten wir einen allmählichen, leichten Abfall bis zum Ende der Mobilisation (30. Krankheitstag ± 9) auf 20 A/min ± 3,5. Diese Abnahme erhöhter Ruheatemfrequenz bei geringer Abnahme der Standardabweichungen ließ sich beim Gesamtkollektiv und bei den 60 - 69jährigen Patienten zwischen Stufe III und XII sowie bei der Patientengruppe mit dem höchsten C.P.I.-Wert zwischen Stufe I und XII statistisch sichern. Nach HILDEBRANDT (21, 23, 24) kann dies als eine phasisch fortschreitende Annäherung erhöhter Werte an ihren Normbereich im Sinne einer Normalisierungstendenz und Ökonomisierung im Behandlungsverlauf gewertet werden. Im Vergleich zu der oben beschriebenen, deutlichen Normalisierungstendenz der mittleren Ruheherzfrequenzen war diese bei den mittleren Ruheatemfreuqenzen weniger deutlich ausgeprägt. Auch erfolgte sie im Gegensatz zur Ruheherzfrequenz vorwiegend erst in der zweiten Mobilisationshälfte. Die zwischen der Stufe III und V zu beobachtende Atemfrequenzabnahme war - vergleichsweise zum deutlichen Herzfrequenzabfall in diesem Zeitraum - nicht sicherbar.

Zur Erklärung der bei Infarktpatienten deutlich über die Norm erhöhten Atemfrequenz, Ruhewerte und deren nur allmählich fortschreitende Abnahme im Mobilisationsverlauf

sind cardio-respiratorische, nervös-reflektorische Rückkoppelungen bei infarktbedingt veränderter Haemodynamik, somit auch der Schweregrad des Infarktes, aber auch Alterseinflüsse sowie methodische und emotionale Faktoren zu diskutieren:

Unter pathophysiologischen Gesichtspunkten (3, 8, 10, 16) führt der Herzinfarkt zu einer Abnahme des Schlag- und Herzzeitvolumens bei erhöhtem enddiastolischen Volumen und Druck im linken Ventrikel mit Rückstau in den Lungenkreislauf bis zum Bild einer mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Lungenstauung. Nach GROSSE-BROCKHOFF (16) wirkt sich dieser Rückstau infolge Linksherzinsuffizienz nicht nur auf die Atemmechanik mit verminderter Lungenelastizität über den sog. "Hering-Breuer-Reflex" auf das Atemzentrum mit Zunahme der Ventilation aus, sondern führt auch direkt über Rezeptoren in der Nachbarschaft der Lungengefäße reflektorisch (sog. "Churchill-Cope-Reflex") zur Beeinflussung der Atmung im Sinne einer Hyperventilation. Daneben unterliege die Atmung aber auch direkten Einflüssen, die vom Herzen ausgehen: So seien "im Myocard selbst Nervenfasern nachgewiesen worden, die Impulse vom Herzen zum Atemzentrum aussenden, und hierdurch auf die Atmung einwirken (z.B. Veränderungen der Atmung bei Herzinfarkt), wobei die Erregbarkeitssteigerung des Atemzentrums nach Herzinfarkt auf einen Ursprung im Bereich der linken Ventrikelwand schließen lassen" (16). Zusätzlich werden noch reflektorische Einflüsse aus "pressosensiblen Zonen des rechten Vorhofes" beschrieben, wobei "Drucksteigerungen in diesem Bereich ebenfalls zu einer Erhöhung der Atemfrequenz und einer Vertiefung der Atemzüge führen" (16). Neben den beschriebenen Einflüssen aus Reflexzonen im Bereich des Herzens und der Gefäße sind auch chemische Reize an der Atemregulation bei Herz-Kreislaufkranken beteiligt. Wie bei allen Zuständen mit Herzminutenvolumenminderung kommt es zur Vergrößerung der arteriovenösen Differenz mit Erhöhung des venösen pCO_2 und Erniedrigung des venösen pO_2 sowie zu pH-Erniedrigung durch Anhäufung saurer Stoffwechselprodukte, was über das Atemzen-

trum zu einergesteigerten Ventilation führt (9, 10, 16).

Somit kann bei Infarktpatienten von einem gesteigerten Atemminutenvolumen mit Erhöhung der Atemfrequenz und des Atemzugvolumens ausgegangen werden. Nach Angaben STEGEMANNS (67) sind an der Einstellung der Atemform, d.h. der Anpassung von Atemfrequenz und Atemhub, "eine Reihe von Mechanismen beteiligt, deren Wertigkeit für den Menschen im einzelnen nicht genau abzuschätzen sind, da offensichtlich starke Speziesunterschiede bestehen". Inwieweit das bei Infarktpatienten erhöhte Atemzeitvolumen durch eine Steigerung der Atemfrequenz oder einer Vergrößerung der Atemtiefe erfolgt, kann in dieser Arbeit nicht differenziert werden, da keine Atemzugvolumina bestimmt wurden.

In unseren Untersuchungen stellten wir bei Infarktpatienten durchweg über die Norm erhöhte Mittelwerte der Ruheatemfrequenz und eine Abhängigkeit der Ruhe-AF vom Schweregrad des Infarktes fest. So fanden wir mit steigendem C.P.I.-Wert stets höhere Mittelwerte der Ruhe-AF, so z.B. auf Stufe I bei C.P.I.-Gruppe < 4,0: 18,0 ± 2,0 A/min, C.P.I. 4,0 - 5,9: 20,5 ± 4,6 A/min, C.P.I. 6,0 - 7,9: 22,2 ± 4,0 A/min und C.P.I. > 8,0: 25,0 ± 3,3 A/min. Dieser weitgehend zu sichernde Mittelwertsunterschied zwischen den Schweregradgruppen blieb auch fast während der gesamten Mobilisationsbehandlung bestehen. Das von uns beobachtete Verhalten der Ruheatemfrequenzen zeigte somit in viel stärkerem Maße als das der Ruheherzfrequenzen den Einfluß des Infarktschweregrades auf.

Da im C.P.I.-Wert das Lebensalter berücksichtigt wird, erhebt sich die Frage, ob das Verhalten der Ruheatemfrequenz dadurch eine Erklärung findet. Bei unseren Patienten stellten wir mit zunehmendem Alter stets ein höheres Mittelwertsniveau der Ruhe-AF fest, so z.B. auf Mobilisationsstufe I bei den unter 50jährigen Patienten: 19,0 ± 3,0 A/min; bei den 50 - 59jährigen: 19,7 ± 4,6 A/min; bei den 60 -

69jährigen: 22,2 ± 4,3 A/min und bei den über 70jährigen: 23,0 ± 4,6 A/min. Nach Angaben in der Literatur ist jedoch ein Alterseinfluß auf die Ruhe-AF nicht nachgewiesen worden (21). Somit ist es wahrscheinlich, daß in erster Linie die haemodynamischen Auswirkungen des Infarktes, die sich im C.P.I.-Wert unter klinischen Aspekten widerspiegeln, für die Einstellung erhöhter Atemfrequenzen in Körperruhe verantwortlich sind.

Hierdurch läßt sich das bei unseren Untersuchungen auffällige Verhalten der Ruheatemfrequenz mit zunächst noch ansteigenden und ab dem 10. Krankheitstag ± 3 allmählich abfallenden Mittelwerten erklären. BALBACH (3) fand bei Untersuchungen an frühmobilisierten Herzinfarktpatienten bis zum 10. - 12. Krankheitstag eine gesicherte, stufenweise fortschreitende Abnahme des Schlag- und Herzminutenvolumens gegenüber den Initialwerten der akuten Infarktphase. Ab dem 12. - 14 Krankheitstag wurden wieder langsam ansteigende Schlag- und Herzminutenvolumina festgestellt, wobei erst gegen Mobilisationsende (35. - 40. Krankheitstag) das Herzminutenvolumen den Anfangswert in der akuten Phase annähernd wieder erreichte (3). Die von uns in denselben Zeiträumen beobachteten Veränderungen der Ruheatemfrequenz im Mobilisationsverlauf sind somit in erster Linie auf die Verbesserungen der zentralen Haemodynamik zurückzuführen.

Neben diesen reflektorischen und humoralen Steuerungen der Atemtätigkeit sind jedoch auch corticale Einflüsse zu berücksichtigen. Wie übereinstimmend in der Literatur beschrieben (8, 9, 11, 14, 21, 29, 30, 56, 69), ist die Atmung in viel stärkerem Maße, als z.B. die Herztätigkeit, dem Bewußtsein und Willen des Patienten sowie emotionalen Faktoren und exogenen Einflüssen unterworfen. Bei einem Mobilisationsprogramm für Herzinfarktpatienten, das unter krankengymnastischer Anleitung und unter telemetrischer Kontrolle durchgeführt wird, müssen solche Faktoren und

Einflüsse berücksichtigt werden. Durch ein individuell unterschiedliches Krankheitsempfinden, durch eine verschiedenartige Erwartungshaltung gegenüber den Therapiemaßnahmen, aber auch durch die Vorbereitung für die Übungsbehandlung und den telemetrischen Registriervorgang (z.B. durch Anlegen von Brustwandklebe-Elektroden und Nasenfühler) kann die Einstellung der Atemform im Sinne eines frequenteren und flacheren Atemtypes (16, 54, 67) verändert sein. In welchem Umfang sich die Patienten im Verlauf der Mobilisationsmaßnahmen an diese äußeren Behandlungsbedingungen und die Registriertechnik adaptieren, was einen Rückgang dieser emotional bedingten Ruheatemfrequenzerhöhung zur Folge hätte, muß offen bleiben. Für die selbst am Ende der Mobilisation beim Gesamtkollektiv mit 20,0 ± 3,5 A/min noch über die Norm erhöhte mittlere Ruheatemfrequenz könnten sowohl noch nicht völlig zurückgebildete Störungen der zentralen Haemodynamik wie auch mögliche emotionale Einflüsse verantwortlich sein.

Unter Körperbelastung steigt das Atemzeitvolumen entsprechend dem höheren O_2-Bedarf und dem vermehrt anfallenden CO_2 an. Die Regulation der Atmung unter Arbeit - und dabei die Anpassung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen - unterliegt einem komplexen Zusammenspiel verschiedenartiger Faktoren im Kreislauf, blutchemischer Veränderungen und neuraler Afferenzen aus der arbeitenden Muskulatur, deren Wertigkeiten im einzelnen für den Menschen noch nicht genau abschätzbar sind (9, 16, 67). MELLEROWICZ (54) gibt für die Atemfrequenz unter Arbeitsbelastung eine Abhängigkeit vom Alter, vom Geschlecht, von konstitutionellen Faktoren, von der Körperlage sowie von der Art und Dauer der Leistung an. Mit zunehmendem Lebensalter zeige die maximal erreichbare Atemfrequenz eine Abnahme (54). Bei Herzinfarktpatienten, bei denen bereits in Ruhe erhöhte Ausgangswerte vorliegen, dürften sich die oben beschriebenen zentralen haemodynamischen Störungen verstärkt auf die Atemregulation auswir-

ken (9, 10, 16, 67). Dabei ist auch die unterschiedliche Körperposition der Patienten während der verschiedenen Belastungsphasen zu berücksichtigen. Außerdem hat bei einer sich steigernden Intervallbelastung die Übungsintensität und -dauer, die Art der Einzelübung und die Masse der übenden Muskulatur sowie die dazwischenliegenden Erholungszeiten einen wesentlichen Einfluß auf die Einstellung der Belastungsatemfrequenzen. Dies konnte mit der von uns angewandten Methodik jedoch nicht näher differenziert werden, da wir im Hinblick auf eine zeitgleiche Bestimmung der Parameter HF und AF zur Quotientenermittlung nur die Arbeitsatemfrequenz in der betreffenden Belastungsphase berücksichtigt haben, bei der die höchste Arbeitsherzfrequenz (max. HF) aufgetreten war.

Die von uns beobachteten Belastungsatemfrequenz-Mittelwerte des Gesamtkollektivs lagen während des krankengymnastischen Übungsprogrammes auf sämtlichen Mobilisationsstufen bei allen Belastungsphasen gesichert über den Ruhewerten. Die AF-Mittelwerte der Hockergymnastik waren gegenüber der Bettgymnastik von Stufe VI - XII, die der Vollbelastung gegenüber der Halbbelastung auf Stufe XII signifikant erhöht. Dies läßt den Schluß zu, daß das von uns angewandte krankengymnastische Mobilisationsprogramm hinsichtlich der einzelnen Belastungsphasen, d.h. der Bettgymnastik, der Hockergymnastik und der Vollbelastung, einer dosiert ansteigenden Übungsintensität entspricht.

Auffällig war jedoch das Verhalten der Arbeitsatemfrequenzen auf den einzelnen Belastungsphasen im Mobilisationsverlauf. Dabei konnten wir trotz ansteigender Belastungsintensität und Übungsdauer während der Bett- und Hockergymnastik keine wesentlichen, und während der Vollbelastungsphase nur geringe, zusätzliche Atemfrequenzsteigerungen feststellen. Somit wurden von allen untersuchten Patienten bereits kurzdauernde Belastungen bei noch geringen Übungsintensitäten mit deutlichen Atemfrequenzerhöhun-

gen beantwortet, die trotz ansteigender Intensität und Dauer der Übungen innerhalb der einzelnen Belastungsphasen keine wesentlichen, zusätzlichen Steigerungen mehr erfuhren, obwohl das Verhalten der Arbeitsherzfrequenzen im Verlauf der Belastungsphasen eindeutig darauf hinwies.

Die relativ kurze Dauer der Belastung bei unserem nach dem Intervallprinzip aufgebauten, krankengymnastischen Übungsprogramm wäre zunächst eine Erklärung für eine der Belastungsintensität inadäquaten Einstellung der Atemfrequenz. Außerdem muß die unterschiedliche Körperposition in den verschiedenen Belastungsphasen berücksichtigt werden, die sich in einer Atemfrequenz-Steigerung vom Liegen zum Sitzen, bzw. Sitzen zum Stehen äußerte. Weiterhin ist nicht ausgeschlossen, daß auch die im Mobilisationsverlauf verbesserte zentrale Haemodynamik die Atemregulation in der Form beeinflußte, daß die erforderliche Zunahme des Atemminutenvolumens nicht nur durch eine Steigerung der Atemfrequenz, sondern in erster Linie durch eine Vergrößerung des Atemzugvolumens zustande kam. Schließlich ist zu berücksichtigen, daß durch die stetige Wiederholung von Bewegungsabläufen Übungseffekte auftraten. Nach Untersuchungen von JESCHKE (33) und BALBACH (3) sind während eines krankengymnastischen Übungsprogramms Verbesserungen der Koordinationsfähigkeit beim Absolvieren von Bewegungsabläufen zu erwarten. Eine ökonomischere Arbeitsweise des cardio-pulmonalen Systems mit Beeinflussung der Atemregulation ist dabei durchaus denkbar.

Beim Vergleich der nach dem Infarktschweregrad, bzw. Alter eingeteilten Patientengruppen beobachteten wir für die AF unter Körperbelastung mit steigendem C.P.I.-Wert, bzw. Lebensalter zwar höhere Mittelwerte, die sich in den einzelnen Belastungsphasen auf vielen Mobilisationsstufen gesichert unterschieden. Die AF-Zunahmen unter Belastung

differierten jedoch weder in den C.P.I.-Gruppen, noch in den Altersgruppen, wenn man die unterschiedlichen, bereits schweregradabhängig gestaffelten Ausganswerte in Körperruhe berücksichtigt. Somit läßt sich aus den Belastungsatemfrequenzen allein kein Rückschluß auf den Schweregrad der Erkrankung ziehen.

Auch die in der Erholungsphase eine Minute nach der Belastung gemessenen Frequenzwerte der Atmung ergaben die vom Schweregrad des Infarktes abhängigen Beziehungen. Unterschiede in den C.P.I.- bzw. Alters-Gruppen ließen sich nur im Mittelwertsverhalten, jedoch nicht im Abfall der Atemfrequenzen nach der Belastung nachweisen. Daraus läßt sich folgern, daß eine Analyse der Atemfrequenz in der unmittelbaren Erholungsphase nach Körperbelastung weder zur Beurteilung der vorausgegangenen Belastungsintensität, noch der unterschiedlichen infarktbedingten Rückwirkungen auf die Atemregulation geeignet ist.

Beim Vergleich der letzten Belastungsstufe des Übungsprogrammes mit der Fahrradergometrie ohne Atemmaske fanden wir ähnlich große Atemfrequenzsteigerungen durch die krankengymnastische Intervallbelastung wie auch durch die ergometrische Dauerbelastung. Bei der Analyse der Herzfrequenzwerte hatten sich dagegen wesentlich geringere Steigerungen durch die Intervallbelastung als durch die Ergometrie gezeigt.

Die von uns auf der Mobilisationsstufe XII ermittelten höchsten Atemfrequenzen entsprachen in der Entlastungsphase den während der Ergometrie bei einer Leistung von etwa 25 Watt erreichten Mittelwerten, die in der Halbbelastungsphase einer Leistung zwischen 50 und 75 Watt bei der Ergometrie. Die in der Vollbelastungsphase beobachteten Maximalwerte der AF übertrafen leicht die bei einer Leistung von 75 und 100 Watt erreichten Werte der Ergometrie ohne Maske. In

Unkenntnis des Atemminutenvolumens sind aber Rückschlüsse auf den Energieumsatz während der krankengymnastischen Übungsbehandlung rein spekulativ, insbesondere, wenn man noch die bereits erwähnten Lageveränderungen des Körpers und die unterschiedlichen Bewegungsformen berücksichtigt.

V.2.3. Puls-Atem-Quotient

Nach der Grundlagenforschung von HILDEBRANDT ist das Frequenzverhältnis zwischen Herzschlag und Atmung (sog. "Puls-Atem-Quotient") ein "geeignetes Maß für die Beurteilung der relativen Koordination zwischen beiden Rhythmen und somit für den Zustand der Regulation" (21, 22, 23, 24, 26, 27, 28). Für den Puls-Atem-Quotient (Q P/A) - der Verhältniszahl also, die angibt, wieviel Pulsschläge auf einen Atemzug entfallen - gilt als "statistische Norm und funktionelles Optimum genau der Wert 4,0" (21). Der Streubereich wird bei verschiedenen Untersuchungen an Kollektiven von Kurpatienten zu Beginn von Kurmaßnahmen mit etwa 0,8 bis 1,1 in der Literatur angegeben (5, 46, 56). Eine Quotientenerhöhung im Verlauf der Kur wird als ergotrope, eine Quotientenerniedrigung als trophotrope Einstellung der Regulation gedeutet. Eine Streuungszunahme wird dabei als gesteigerte "Labilität", eine Streuungsabnahme als "Stabilität" und eine deutliche Streuungsverminderung als "Starre" der Regulationsfähigkeit ausgelegt (21, 23, 43, 46, 56). Die Quotientengröße und sein Streuungsverhalten soll "gewisse Zuordnungen zu Krankheitsgruppen" ermöglichen und "Aussagen über Behandlungsreaktionen und Krankheitsverläufe" erlauben (21, 23, 24, 26, 27, 28, 62).

Annäherungen eines erhöhten bzw. erniedrigten Quotientenwertes an den Normbereich ("Normalisierungstendenzen") werden beobachtet, wenn sich der Körper in einer trophotropen Gesamtsituation befindet, d.h. bei Körperruhe, im Liegen

und vor allem beim Nachtschlaf sowie bei Erholung am Ende einer Kurbehandlung (21, 23, 24, 30, 46, 60, 62, 69, 74). Weiterhin konnten HILDEBRANDT und DAUMANN bei Untersuchungen an Studenten während dosierter Tretarbeit mit steigender Belastungsintensität eine zunehmende Normalisierung des Q P/A ("Frequenzkoordination") nachweisen (11, 28). Eine Abhängigkeit des Puls-Atem-Quotienten in Körperruhe vom Geschlecht oder Alter bei Erwachsenen wurde von HILDEBRANDT (21) nicht gefunden. Bei unserem Vergleich des Q P/A zwischen Männern und Frauen war ein gesicherter Einfluß des Geschlechtes auf den Quotienten ebenfalls nicht nachzuweisen. Die bei unseren Infarktkranken bei der Analyse der verschiedenen Altersgruppen feststellbaren Unterschiede des Q P/A müssen unseres Erachtens in erster Linie auf die Grunderkrankung zurückgeführt werden, da der mit Hilfe des C.P.I.-Wertes unter klinischen Aspekten beurteilte Infarktschweregrad mit zunehmendem Lebensalter anstieg. Eine rein altersbedingte Beeinflussung des Quotientenverhaltens ist somit in Übereinstimmung mit den Angaben HILDEBRANDTS zu verneinen.

Bei jeder Analyse einer Verhältniszahl (Quotient) sind stets die sich bildenden Grundgrößen (Zähler und Nenner) zu berücksichtigen. Aus der Kenntnis eines Quotientenwertes allein ist kein Rückschluß auf die Größe von Zähler oder Nenner möglich. So kann z.B. aus einem unter der Norm liegendem Puls-Atem-Quotienten allein nicht geschlossen werden, ob die Pulsfrequenz gegenüber der Norm erniedrigt oder die Atemfrequenz erhöht ist, oder ob beide Größen in unterschiedlichem Umfang über bzw. unter der Norm liegen. Zudem kann bei Untersuchungen im Verlauf von Behandlungsmaßnahmen aus einer Quotientenveränderung nicht gefolgert werden, welche Grundgröße variierte.

Neben dieser rein rechnerischen Problematik wirken sich bei der Beurteilung des Puls-Atem-Quotienten auch "exogene und endogene Einflüsse" (vegetativer Grundtonus, psychische

Stimmungslage, Wachheitsgrad, tages- und jahreszeitliche Schwankungen, Reaktionstyp, medikamentöse und therapeutische Maßnahmen (5, 11, 30, 47, 48, 52, 60, 66, 74) aus. Diese verschiedenartigen Faktoren sind insbesondere auch bei myocardialen Erkrankungen zu berücksichtigen und werden insgesamt die Aussagekraft des Puls-Atem-Quotienten erheblich beeinflussen.

Aus der Literatur sind uns keine Untersuchungen des Q P/A vor, während und nach Körperbelastung bei Patienten mit frischem Myocardinfarkt bekannt. Wir fanden in Körperruhe stets Mittelwerte des Q P/A unter der Norm von 4,0. Sie fielen im Mobilisationsverlauf vom Ausgangswert 3,81 ± 0,75 auf der Stufe I allmählich bis 3,56 ± 0,65 auf Stufe VII (18. Krankheitstag ± 5) ab. Danach war ein langsames Ansteigen auf einen Mittelwert von 3,76 ± 0,77 bis zum Ende der Mobilisation zu verzeichnen. Dieses Verhalten des mittleren Ruhequotienten mit statistisch nicht sicherbaren Mittelwerts- und Varianzunterschieden im Mobilisationsverlauf stimmt insofern mit Literaturangaben überein, als bei verschiedenen Herzkrankheiten gehäuft erniedrigte Puls-Atem-Quotienten beobachtet werden können, die im Verlauf der Behandlungsmaßnahmen oftmals nur geringe Tendenzen zur Normalisierung zeigen (46, 47, 55, 62, 74). Bei Herzkranken wäre somit von niedrigen und im Hinblick auf das Streuungsverhalten regulativ stabilen bis starren, reaktionsarmen Q P/A-Werten auszugehen.

Nach den von HILDEBRANDT (21, 23, 24) angegebenen Definitionen könnten die von uns errechneten, niedrigen Q P/A-Werte in Körperruhe als trophotrope Gesamteinstellung der vegetativen Regulation gewertet werden. Tendenziell müßte man bei der geringen, nicht sicherbaren Abnahme des Ruhequotienten in der ersten Mobilisationshälfte mit Verkleinerung der Varianz davon sprechen, daß eine Verstärkung der trophotropen Einstellung mit zunehmender regulativer Stabilität bis

Starre eingetreten ist. Der geringe Wiederanstieg des Q P/A in der zweiten Mobilisationshälfte mit allmählich fortschreitender Annäherung an den Normbereich 4,0 bei leichter Varianzvergrößerung wäre nach HILDEBRANDT (21, 23, 24) als eine "Normalisierungstendenz" mit Lockerung der "zu starren Regulation" zu bewerten.

Derartige allgemeine Charakterisierungen des vegetativen Verhaltens mit den Begriffen "Ergotropie-Trophotropie" und "Labilität-Stabilität" erscheinen uns aber für das frische Infarktstadium nicht ausreichend, da es sich beim Myocardinfarkt nicht primär um vegetative Funktionsstörungen, sondern um komplexe haemodynamische, humorale und neurale Reaktionen auf eine organische Erkrankung unter erst sekundärer Mitbeteiligung des Vegetativums handelt. Zur Klärung der von uns gefundenen, erniedrigten Ruhequotienten bei Infarktkranken müssen vielmehr die zentral-haemodynamischen Auswirkungen des Myocardinfarktes auf die Grundparameter HF und AF herangezogen werden. In Körperruhe fanden wir zu Beginn der Mobilisationsmaßnahmen mäßiggradig erhöhte mittlere Herzfrequenzen bei deutlich über die Norm gesteigerten Atemfrequenzen, was den erniedrigten Mittelwert des errechneten Ruhequotienten ergab. Bei Herzinfarktpatienten ist somit die in Relation zur Herzfrequenz stärkere Atemfrequenzerhöhung für das Zustandekommen der niedrigen Q P/A-Werte verantwortlich. Dies läßt sich jedoch nicht als eine "trophotrope Ausgangslage des Vegetativums" deuten. Im Behandlungsverlauf beobachteten wir in der ersten Mobilisationshälfte einen deutlichen und sicherbaren Abfall der HF bei nur wenig veränderter AF, was in einer weiteren Quotientenerniedrigung zum Ausdruck kam. Dies kann ebenfalls nicht als zunehmende trophotrope Regulationsweise gewertet werden. Erst in der zweiten Mobilisationshälfte (ab dem 18. Krankheitstag $\pm$ 5) war ein langsam ansteigender Ruhequotient festzustellen, der jetzt durch die deutlichere AF-Abnahme bei nur noch mäßig abfallender HF bedingt wurde. Die beobachteten Veränderungen des Ruhequotienten im

Mobilisationsverlauf sind somit auf die in unterschiedlicher Größe und zu verschiedenen Zeitabschnitten erfolgte Abnahme der Grundgrößen zurückzuführen. Sie ließen sich jedoch weder im Mittelwerts- noch im Varianzverhalten des Quotientenverlaufes statistisch sichern.

Die zeitlichen Überschneidungen der unterschiedlich großen HF- und AF-Veränderungen führten dazu, daß im einzelnen sicherbare Normalisierungstendenzen der einen Grundgröße durch ein gegenläufiges Verhalten des anderen Grundparameters so überlagert wurden, daß sie aus den ermittelten Quotientenwerten allein nicht erkennbar werden. So wurde z.B. die im ersten Mobilisationsdrittel feststellbare und gesicherte Abnahme der Ruhe-HF durch geringe AF-Veränderungen überdeckt, so daß sie im Kurvenverlauf des Q P/A nicht differenzierbar war. Dies läßt den Schluß zu, daß eine Bewertung des Q P/A im Mobilisationsverlauf nur möglich ist, wenn die Grundparameter nach Größe, Zeitpunkt und Richtung ihrer Veränderungen miterfaßt und analysiert werden. Ohne Kenntnis des Verhaltens von HF und AF läßt somit der Q P/A im Verlauf von Behandlungsmaßnahmen keine eindeutigen Aussagen zu.

Beim Vergleich des Q P/A zwischen den verschiedenen C.P.I.-Gruppen fiel auf, daß mit zunehmend schwerer zu bewertendem Krankheitsbild stets ein niedrigerer Quotientenmittelwert in Ruhe vorlag. Dabei konnten zwischen den C.P.I.-Gruppen $< 4{,}0$ und $> 8{,}0$ auf mehreren Mobilisationsstufen gesicherte Quotientendifferenzen festgestellt werden. Diese Unterschiede des Q P/A änderten sich auch im gesamten Mobilisationsverlauf nicht. Da sich keine Herzfrequenz-Differenzen nachweisen ließen, entstand der Quotientenunterschied in erster Linie durch die sicherbar höheren Atemfrequenzwerte bei zunehmend schwerer erkrankten Patienten.

Die bei der Analyse der Grundparameter im Mobilisationsver-

lauf bereits erörterten haemodynamischen Auswirkungen des Myocardinfarktes, die die Regulation der HF und AF zu verschiedenen Zeitabschnitten unterschiedlich stark beeinflußten, spiegeln sich im Verhalten des Q P/A in Ruhe nur unzureichend wieder. Bei keiner Patientengruppe ließen sich die Mittelwertsunterschiede und Varianzdifferenzen des Q P/A im Verlauf der Mobilisation statistisch sichern. Außerdem lag der Ruhequotient am Ende der Mobilisation bei allen untersuchten Gruppen noch unter dem Ausgangsmittelwert zu Beginn der Behandlungsmaßnahmen. Damit erscheint uns der Puls-Atem-Quotient in Ruhe für die Beurteilung von Behandlungsverläufen bei Infarktpatienten im Gegensatz zu den Meßparametern Herzfrequenz und Atemfrequenz nicht geeignet zu sein.

Unter Körperbelastung wurde während der krankengymnastischen Übungsbehandlung bei allen Belastungsphasen eine Erniedrigung der Mittelwerte und Standardabweichungen des Q P/A gegenüber den Ruhewerten beobachtet. Dies war besonders deutlich in der früheren Phase der Mobilisation während der Bettgymnastik und bei neu hinzukommenden Übungsarten (Hockergymnastik in Stufe IV und Vollbelastung in Stufe VIII), wobei die Patientengruppen mit dem schwerer zu bewertenden Infarkt (C.P.I. > 6,0) und die älteren Patienten (über 60 Jahre) die stärksten Quotientenabnahmen erkennen ließen. Als Ursache dafür sind die in Relation zu den Herzfrequenzsteigerungen erheblich stärkeren Atemfrequenzerhöhungen auch bei bereits geringen Übungsintensitäten anzusehen. Diese Unterschiede waren auch bereits in Körperruhe festgestellt worden. Nach den Definitionen von HILDEBRANDT (21, 23, 24, 28) müßte eine Quotientenerniedrigung mit Varianzminderung als eine Verschlechterung der Frequenzkoordination mit "regulativer Starre" ausgelegt werden. Bei Infarktpatienten sind unserer Meinung nach Gründe für den weiter absinkenden Quotienten in erster Linie in der gestörten zentralen Haemodynamik mit unterschiedlichen Einflüssen auf die

Herz- und Atemregulation zu suchen, die sich unter Belastung erst recht auswirken werden. Von einer regulativen Starre wird man hinsichtlich der deutlich veränderten Grundparameter nicht sprechen können.

Auf den letzten Mobilisationsstufen bei stärkeren Übungsintensitäten kam tendenziell ein leichter Anstieg der Quotientenmittelwerte im Verlauf der Halb- und insbesondere der Vollbelastungsphase zur Darstellung, der bei Patienten mit leichter zu bewertendem Krankheitsbild und den jüngeren Kranken deutlicher ausfiel, ohne jedoch statistisch sicherbar zu sein. Außerdem wurde dabei der Ausgangswert in Körperruhe nur von wenigen Gruppen erreicht, bzw. vereinzelt gering übertroffen. Die Ursache hierfür ist in den nur geringen, zusätzlichen Atemfrequenzerhöhungen bei deutlich gesteigerten Herzfrequenzen unter zunehmender Belastungsintensität zu sehen. Bei keiner Patientengruppe ließen sich die Mittelwerts- und Varianzunterschiede des Q P/A weder auf derselben Mobilisationsstufe zwischen den verschiedenen Übungsphasen, noch im Verlauf der einzelnen Belastungsphasen statistisch sichern. Insgesamt ist somit aus dem Verhalten des Q P/A unter Körperbelastung im Gegensatz zur Herz- und Atemfrequenz eine Differenzierung der Reaktion von Infarktpatienten auf unterschiedliche Übungsintensität und -dauer sowie verschiedene Körperpositionen nicht sicher möglich. Ebenso kann aus dem Quotientenverlauf während der Übungsbehandlung keine nachweisbare Verschlechterung oder sicherbare Verbesserung des Krankheitsverlaufes abgeleitet werden.

Auch die in der Erholungsphase eine Minute nach dem Belastungsende ermittelten Quotientenwerte ergaben die vom Schweregrad des Infarktes abhängigen Beziehungen, die bereits auf der vorangegangenen Belastungsphase zu sehen waren. In Relation zum Ausgangswert in Ruhe fand sich mit steigendem C.P.I.-Wert, bzw. Lebensalter in der unmittel-

baren Erholungsphase nach Belastung ein zunehmend niedrigeres Mittelwertsniveau des Q P/A. Dieses Verhalten stimmt mit den von MESSINGER (55) bereits im Jahre 1937 mitgeteilten Befunden überein. MESSINGER hatte die Herz- und Atemfrequenz bei organisch Herzkranken und bei einer Kontrollgruppe vor und unmittelbar nach Belastung (5Omal Hüpfen auf der Stelle) im Stehen auskultatorisch bestimmt. Dabei wurden Hinweise auf ein organisches Herzleiden dann gefolgert (55), wenn der Puls-Atem-Quotient nach der Belastung nicht höher als vorher war und unter dem Wert 4,5 lag (paradoxical pulse-respiratory ratio"). Vom Autor wird dies auf die hohe Atemfrequenz ("tachypnea") bei Herzkranken und die im Vergleich zum Herzgesunden niedrigere Pulsfrequenz nach Belastung ("diminished pulse lability") zurückgeführt. Unsere Analyse der HF und AF nach Übungsende bei Infarktpatienten erbrachte bei unterschiedlicher Methodik ähnliche Resultate. Im Gegensatz dazu hat DAUMANN (11) bei jungen, gesunden Probanden direkt im Anschluß an eine Fahrradergometerbelastung mit 120 Watt signifikant ansteigende Q P/A-Werte nachgewiesen. Unter der Voraussetzung, daß der Art der Körperbelastung keine Bedeutung zukommt, könnte das bei unseren Herzinfarktkranken beobachtete divergierende Verhalten des Q P/A in der Erholungsphase auch unter Berücksichtigung der übereinstimmenden Ergebnisse MESSINGERS (55) als pathognomonisch bewertet werden. Um jedoch mögliche methodische Einflüsse auszuschließen, müssen unsere ergometrischen Ergebnisse an Infarktkranken zum Vergleich herangezogen werden.

Wegen der sicherbaren Beeinflussung der spontanen Atemtätigkeit durch die Verwendung von Atemmasken durften die Patienten, die spiroergometrisch untersucht wurden, nicht berücksichtigt werden. Bei dem anderen Patientenkollektiv, das wir mit thermo-elektrischer Registrierung des Atemrhythmus auf dem Fahrradergometer belastet haben, stellten wir im Sitzen vor der Belastung bereits höhere Q P/A-Werte als im Liegen während des Übungsprogrammes fest, wobei der Wert

mit 4,09 ± 0,56 fast exakt der Norm entsprach. DAUMANN (11) ermittelte bei gesunden Studenten im Liegen leicht über die Norm gesteigerte Q P/A-Werte (um 4,5) und im Sitzen vor der Tretarbeit gesichert erhöhte Quotienten (über 5,0) mit großen Streubereichen. Während der Beinkurbelarbeit konnte er bereits bei einer Leistung von 30 - 60 Watt eine gute und bei schwerer bis erschöpfender Arbeit (90 - 120 Watt) eine weiter zunehmende Annäherung des Q P/A an die Norm 4,0 mit gesicherter Streuungsabnahme ("Normalisierung der Frequenzkoordination") nachweisen (11). Bei unseren Infarktpatienten stiegen die Q P/A-Werte mit ansteigender Watt-Leistung dagegen über den Ausgangswert stetig und sicherbar an, außerdem trat dabei eine zunehmende Varianzvergrößerung auf. In der unmittelbaren Erholungsphase fand DAUMANN bei Gesunden wiederum ein Ansteigen mit Annäherung an die hohen Ausgangswerte im Sitzen, während bei unseren Kranken die erhöhten Belastungsquotienten zum Ausgangswert abfielen. Damit weisen unsere Infarktpatienten eine zu Gesunden divergierende Frequenzkoordination auf, die - wie oben bereits angeführt - als pathognomonisch anzusehen ist.

Trotz dieses Ergebnisses erscheint uns die Aussagefähigkeit des Puls-Atem-Quotienten bei Belastungsuntersuchungen gegenüber den Meßparametern HF und AF erheblich geringer zu sein, da sich grundsätzliche "biometrische Bedenken" (44, 56) bereits dadurch ergeben, daß in den Quotienten zwei Parameter in nicht bestimmbarer Größe und Richtung ihrer Veränderungen eingehen. Dadurch lassen sich jedoch, insbesondere bei Vorliegen einer gestörten zentralen Haemodynamik, krankheitsbedingt unterschiedliche Rückwirkungen auf die Einzelgrößen mit dem Q P/A nicht voneinander abgrenzen. In Übereinstimmung mit anderen Untersuchern (44, 46, 56) sind wir deshalb der Meinung, daß man sich besser auf die Grundparameter Herz- und Atemfrequenz, als auf den Puls-Atem-Quotienten beziehen sollte. Der Puls-Atem-Quotient allein ist unseres Erachtens somit insgesamt für die Über-

wachung einer Übungsbehandlung und für die Beurteilung von Krankheitsverläufen bei Infarktpatienten nicht geeignet.

VI. Zusammenfassung

Bei 58 nicht selektionierten Patienten mit gesichertem transmuralem Myocardinfarkt wurden im frischen Stadium der Erkrankung engmaschig die Parameter Herzfrequenz und Atemfequenz telemetrisch zeitgleich ermittelt und daraus der Puls-Atem-Quotient errechnet. Die Untersuchungen erfolgten in Körperruhe, während einer definierten, standardisierten Übungsbelastung im Rahmen eines detailliert vorgeschriebenen, krankengymnastischen Frühmobilisationsprogrammes und in der Erholungsphase sowie bei Fahrradergometerbelastungen, die am Ende der stationären Behandlung durchgeführt wurden.

Die 43 Männer und 15 Frauen unseres Patientenkollektivs mit einem Lebensalter zwischen 36 und 83 Jahren wurden nach Alter und Geschlecht sowie nach Schwere des Krankheitsbildes mit Hilfe des Coronary Prognostic Index (C.P.I.) nach NORRIS and al. (58) in insgesamt 13 verschiedenen Patientengruppen unterteilt und Korrelationen zum Verhalten der Herzfrequenz, der Atemfrequenz und des Puls-Atem-Quotienten hergestellt.

Es ergaben sich folgende Befunde:

1. Die Herzfrequenz (HF) in Körperruhe war zu Beginn der Mobilisationsmaßnahmen bei Infarktpatienten über Normwerte erhöht. Sie zeigte im Verlauf des Übungsprogrammes bis zum 10. - 13. Krankheitstag ± 4 im Gesamtkollektiv eine gesicherte Abnahme auf ein ab diesem Zeitpunkt fast konstantes Mittelwertsneveau. Anfänglich wiesen Patienten mit einem schweren Krankheitsgrad höhere HF-Werte in Ruhe als die leichter Kranken auf.

2. Während der krankengymnastischen Bewegungstherapie

erhöhte sich bei allen Patientengruppen die maximale HF in Abhängigkeit von der Intensität der Belastung. Eindeutige Zusammenhänge zwischen Lebensalter oder Schwere der Erkrankung und dem HF-Verhalten unter Körperbelastung ergaben sich nicht.

3. Die Atemfrequenz (AF) in Ruhe war während des gesamten Übungsprogrammes über Normwerte gesteigert. Im Behandlungsverlauf ließ sich lediglich vom 10. - 30. Krankheitstag eine mäßige, langsam fortschreitende Abnahme feststellen. Mit ansteigendem Schweregrad der Erkrankung wurden zunehmend höhere AF-Werte in allen Mobilisationsphasen beobachtet.

4. Unter Körperbelastung erhöhte sich die AF bereits bei geringen Übungsintensitäten deutlich. Eine Beziehung zu steigenden Belastungsintensitäten ergab sich nur angedeutet. AF-Unterschiede hinsichtlich der Schweregradgruppen blieben während der gesamten Bewegungstherapie und auch in der Erholungsphase bestehen.

5. Der Puls-Atem-Quotient (Q P/A) in Körperruhe war bei allen Infarktpatienten im gesamten Mobilisationsverlauf gegenüber Normwerten erniedrigt. Mit Ausnahme der letzten Mobilisationsstufen bei den größten Übungsintensitäten zeigten die Quotientenmittelwerte während der gesamten Bewegungstherapie sowohl unter Körperbelastung wie auch in der Erholungsphase stets eine weitere Abnahme. Sichere Unterschiede zwischen den verschiedenen Belastungsphasen und eindeutige Veränderungen im Verlauf aller Mobilisationsphasen waren im Verhalten des Q P/A nicht nachzuweisen.

6. Mit zunehmender Schwere des Krankheitsbildes ergaben sich jeweils niedrigere Q P/A-Werte vor, während und

nach den Belastungen.

7. Während der Fahrradergometerbelastung im Sitzen mit ansteigenden Intensitäten von 25, 50, 75 und 100 Watt bei jeweils 4 Minuten Dauer erhöhte sich die Herzfrequenz stärker als die Atemfrequenz, so daß auch ein Anstieg des Puls-Atem-Quotienten errechnet wurde.

8. Im Vergleich zu Befunden an Gesunden wies der Q P/A bei Infarktpatienten unter körperlicher Belastung und in der Erholungsphase ein divergierendes Verhalten auf.

9. Der Puls-Atem-Quotient spiegelt im Verhältnis zu den Grundgrößen Herz- und Atemfrequenz in nur geringem Maße gestörte zentrale Regulationen bei Herzinfarktkranken - insbesondere unter Körperbelastung - wieder. Als Überwachungsparameter während einer Bewegungstherapie nach frischem Myocardinfarkt erscheint er nicht geeignet.

VII TABELLENANHANG

Erläuterungen und Abkürzungen:

HF:		Herzfrequenz
AF:		Atemfrequenz
Q:		Puls-Atem-Quotient (Q P/A) = HF: AF
x:		arithmetischer Mittelwert
s:		Standardabweichung = mittlere quadratische Abweichung
N:		Patientenzahl
R =	RUHE:	Werte im Liegen eine Minute vor Beginn der Belastung
E =	ENTLAST:	Werte der Übung mit max. HF in der Entlastungsphase (Bettgymnastik)
H =	HALBBEL:	Werte der Übung mit max. HF in der Halbbelastungsphase (Hockergymnastik)
V =	VOLLBEL:	Werte der Übung mit max. HF in der Vollbelastungsphase (Gehen und Treppensteigen)
N =	NACH:	Werte im Liegen eine Minute nach Belastungsende
VOR:		Werte im Sitzen eine Minute vor der Fahrradergometer-Belastung
25 W, 50 W 75 W, 100 W	:	Werte der letzten Belastungsminute mit der betreffenden Wattleistung (W)
Nach 1', 3', 5':		Werte im Sitzen in der Erholungsphase 1, 3 bzw. 5 Minuten nach der Ergometerbelastung

TABELLE 2 : Patientengruppe 1 : "Alle Patienten"

STUFE (N)	+	RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I (45)	HF	79,1	11,6	85,5	11,5	-	-	-	-	79,8	11,6
	AF	21,4	4,4	24,2	4,9	-	-	-	-	23,2	4,7
	Q	3,81	0,75	3,64	0,70	-	-	-	-	3,55	0,72
II (47)	HF	77,2	10,8	82,4	10,9	-	-	-	-	77,4	10,7
	AF	21,5	4,4	25,0	4,3	-	-	-	-	23,2	4,8
	Q	3,72	0,82	3,38	0,68	-	-	-	-	3,48	0,86
III (40)	HF	78,7	10,2	86,3	10,0	-	-	-	-	79,4	10,0
	AF	22,1	4,5	25,8	5,0	-	-	-	-	23,6	4,6
	Q	3,67	0,73	3,46	0,71	-	-	-	-	3,47	0,71
IV (51)	HF	77,1	10,8	85,3	10,3	89,0	10,7	-	-	81,7	8,8
	AF	21,8	4,3	24,8	4,1	26,2	5,0	-	-	24,4	5,2
	Q	3,65	0,76	3,53	0,66	3,51	0,66	-	-	3,49	0,78
V (43)	HF	73,9	10,6	84,7	10,9	88,3	10,8	-	-	78,9	9,7
	AF	21,1	3,9	25,0	4,3	26,7	5,1	-	-	24,2	5,4
	Q	3,60	0,69	3,49	0,66	3,41	0,63	-	-	3,42	0,84
VI (52)	HF	74,0	9,7	84,8	10,5	91,4	11,0	-	-	80,2	9,9
	AF	21,2	4,3	24,9	4,6	26,8	4,9	-	-	23,8	4,5
	Q	3,62	0,70	3,51	0,68	3,47	0,58	-	-	3,45	0,58
VII (44)	HF	75,3	11,5	84,7	11,1	93,1	12,7	-	-	80,3	10,7
	AF	21,5	3,9	25,0	3,9	27,0	4,5	-	-	24,4	4,8
	Q	3,56	0,65	3,46	0,61	3,53	0,67	-	-	3,40	0,66
VIII (56)	HF	73,2	10,8	84,1	10,6	91,9	12,6	90,3	14,5	79,5	11,0
	AF	20,6	3,6	24,4	4,3	26,7	4,9	27,3	5,1	23,7	5,1
	Q	3,63	0,70	3,54	0,67	3,54	0,70	3,40	0,68	3,48	0,70
IX (53)	HF	73,6	11,2	84,9	10,6	94,8	13,5	95,3	13,5	81,5	12,4
	AF	20,7	4,0	24,3	4,6	27,2	5,0	27,5	5,0	23,8	4,9
	Q	3,64	0,62	3,58	0,66	3,56	0,64	3,54	0,65	3,52	0,67
X (57)	HF	74,9	11,1	86,6	10,2	96,2	12,9	96,7	14,5	80,7	12,5
	AF	20,4	3,9	23,9	3,7	26,8	5,0	27,6	4,8	23,6	5,2
	Q	3,76	0,68	3,68	0,61	3,68	0,66	3,58	0,57	3,54	0,71
XI (50)	HF	74,0	11,1	87,3	10,5	95,8	12,2	102,8	14,2	83,2	11,4
	AF	20,4	4,3	25,0	4,6	27,2	4,8	28,4	4,7	24,2	5,1
	Q	3,76	0,77	3,58	0,60	3,61	0,64	3,68	0,66	3,55	0,67
XII (53)	HF	73,0	11,2	86,9	10,7	95,9	12,1	107,1	14,0	84,0	11,4
	AF	20,0	3,5	24,3	4,5	26,8	4,2	28,9	4,7	24,1	4,8
	Q	3,73	0,67	3,66	0,63	3,62	0,57	3,79	0,67	3,59	0,69

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 3 : Puls-Atem-Quotient bei Pat.-Gruppe 2 : "MÄNNER"

STUFE	(N)	RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I	33	3,78	0,70	3,61	0,62	-	-	-	-	3,52	0,62
II	36	3,66	0,66	3,39	0,62	-	-	-	-	3,50	0,80
III	30	3,58	0,59	3,39	0,62	-	-	-	-	3,37	0,58
IV	38	3,63	0,71	3,58	0,66	3,56	0,65	-	-	3,55	0,79
V	31	3,58	0,55	3,54	0,60	3,45	0,59	-	-	3,38	0,62
VI	39	3,61	0,62	3,55	0,70	3,52	0,52	-	-	3,49	0,44
VII	32	3,56	0,69	3,48	0,64	3,53	0,64	-	-	3,37	0,61
VIII	42	3,69	0,67	3,59	0,62	3,62	0,65	3,44	0,66	3,53	0,65
IX	38	3,63	0,58	3,61	0,60	3,61	0,65	3,55	0,68	3,53	0,61
X	42	3,82	0,66	3,68	0,61	3,65	0,65	3,55	0,58	3,51	0,65
XI	37	3,73	0,75	3,58	0,58	3,64	0,67	3,68	0,71	3,57	0,65
XII	38	3,73	0,69	3,68	0,65	3,62	0,57	3,79	0,67	3,59	0,65

TABELLE 4 : Puls-Atem-Quotient bei Pat.-Gruppe 3 : "FRAUEN"

STUFE	(N)	RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I	12	3,90	0,90	3,73	0,91	-	-	-	-	3,63	0,95
II	11	3,94	1,23	3,35	0,86	-	-	-	-	3,43	1,06
III	10	3,95	1,02	3,64	0,95	-	-	-	-	3,75	1,00
IV	13	3,72	0,94	3,37	0,66	3,37	0,71	-	-	3,32	0,75
V	12	3,63	1,00	3,35	0,81	3,28	0,73	-	-	3,51	1,29
VI	13	3,65	0,93	3,38	0,64	3,32	0,72	-	-	3,35	0,79
VII	12	3,58	0,57	3,41	0,56	3,54	0,76	-	-	3,50	0,81
VIII	14	3,44	0,79	3,39	0,80	3,31	0,80	3,27	0,74	3,36	0,94
IX	15	3,68	0,75	3,49	0,81	3,45	0,62	3,52	0,57	3,52	0,83
X	15	3,59	0,72	3,69	0,64	3,75	0,70	3,65	0,56	3,63	0,88
XI	13	3,84	0,85	3,56	0,67	3,54	0,56	3,69	0,52	3,49	0,74
XII	15	3,73	0,67	3,61	0,62	3,63	0,59	3,78	0,71	3,57	0,79

Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 5 : Patientengruppe 8 : "ALTER <50 Jahre"

STUFE		RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
(N)	+	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I	HF	74,6	6,1	84,8	5,2	-	-	-	-	77,0	3,8
(5)	AF	19,0	2,0	23,0	4,1	-	-	-	-	21,2	3,8
	Q	4,00	0,50	3,76	0,54	-	-	-	-	3,70	0,57
II	HF	76,5	8,6	84,5	8,0	-	-	-	-	78,5	4,5
(6)	AF	19,2	3,8	23,0	5,5	-	-	-	-	20,3	5,3
	Q	4,07	0,50	3,77	0,64	-	-	-	-	4,05	0,92
III	HF	80,3	3,8	91,3	7,6	-	-	-	-	79,0	8,7
(3)	AF	19,0	1,7	23,0	1,0	-	-	-	-	20,7	1,2
	Q	4,27	0,32	3,97	0,22	-	-	-	-	3,83	0,36
IV	HF	77,2	4,6	90,8	7,9	93,0	8,6	-	-	83,4	3,1
(5)	AF	18,8	2,4	22,2	1,5	21,0	1,9	-	-	19,4	2,1
	Q	4,18	0,66	4,10	0,32	4,46	0,53	-	-	4,36	0,61
V	HF	74,0	8,0	87,8	10,2	89,6	4,0	-	-	78,6	5,2
(5)	AF	18,8	1,8	21,2	1,8	21,8	2,4	-	-	19,6	1,5
	Q	3,94	0,50	4,14	0,33	4,14	0,46	-	-	4,04	0,44
VI	HF	72,8	7,6	89,7	13,1	93,2	10,3	-	-	79,0	7,9
(6)	AF	20,3	4,4	23,0	4,6	26,5	6,1	-	-	22,3	3,9
	Q	3,70	0,86	3,98	0,71	3,62	0,61	-	-	3,63	0,56
VII	HF	75,6	8,6	83,4	9,8	96,0	9,2	-	-	75,2	6,9
(5)	AF	18,6	2,0	22,8	1,5	24,0	1,6	-	-	19,4	2,6
	Q	4,02	0,80	3,70	0,62	4,02	0,48	-	-	3,96	0,67
VIII	HF	71,2	6,7	85,3	4,8	92,2	6,2	89,8	11,9	76,8	4,8
(6)	AF	19,2	2,9	24,3	3,9	24,7	3,4	23,8	3,8	20,5	3,0
	Q	3,80	0,70	3,55	0,53	3,82	0,62	3,82	0,64	3,83	0,69
IX	HF	63,5	5,8	82,3	5,3	87,0	1,8	89,8	12,2	70,0	5,1
(4)	AF	19,0	2,2	24,0	4,8	24,8	4,9	25,0	4,8	20,3	2,6
	Q	3,35	0,20	3,53	0,72	3,60	0,55	3,63	0,58	3,50	0,48
X	HF	71,7	11,0	87,2	10,1	92,7	7,8	95,3	13,0	73,0	9,9
(6)	AF	18,5	3,3	23,8	3,3	24,8	3,4	23,7	3,1	19,5	2,5
	Q	3,98	0,95	3,70	0,62	3,77	0,65	4,00	0,51	3,77	0,53
XI	HF	68,0	11,0	87,8	5,9	94,8	7,1	99,6	7,1	77,6	11,4
(5)	AF	18,8	3,0	24,0	4,1	23,4	3,4	25,0	2,8	21,2	3,3
	Q	3,68	0,89	3,74	0,66	3,96	0,65	4,04	0,84	3,76	0,92
XII	HF	66,3	11,1	91,5	6,8	94,2	10,2	104,8	8,5	81,0	10,7
(6)	AF	18,5	2,2	23,3	3,2	25,5	3,3	25,7	3,7	20,8	4,0
	Q	3,63	0,75	3,98	0,69	3,72	0,69	4,14	0,91	4,02	0,94

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 6 : Patientengruppe 9 : "ALTER 50 - 59 Jahre"

STUFE		RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
(N)	+	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I (10)	HF	74,0	7,4	81,0	6,1	-	-	-	-	73,5	7,6
	AF	19,7	4,6	22,6	3,4	-	-	-	-	21,4	4,2
	Q	3,93	0,89	3,66	0,67	-	-	-	-	3,58	0,88
II (9)	HF	71,1	9,1	78,6	7,4	-	-	-	-	72,7	8,8
	AF	18,9	4,0	23,8	4,5	-	-	-	-	21,4	4,9
	Q	3,93	1,06	3,44	0,86	-	-	-	-	3,57	1,03
III (8)	HF	74,3	7,5	83,3	6,7	-	-	-	-	76,9	5,8
	AF	19,6	4,6	23,3	6,1	-	-	-	-	21,1	5,6
	Q	3,98	1,09	3,79	0,97	-	-	-	-	3,86	1,04
IV (8)	HF	72,0	8,0	83,9	9,8	86,1	10,7	-	-	75,6	6,0
	AF	20,9	4,4	23,9	4,6	23,5	3,6	-	-	23,3	6,6
	Q	3,55	0,72	3,63	0,70	3,71	0,48	-	-	3,58	0,78
V (7)	HF	72,3	7,3	86,1	9,1	89,4	10,4	-	-	79,4	6,9
	AF	19,4	4,7	24,9	5,1	25,7	3,0	-	-	23,3	7,1
	Q	3,93	1,10	3,57	0,75	3,50	0,49	-	-	3,73	1,37
VI (9)	HF	71,2	6,3	83,0	9,0	89,9	9,2	-	-	79,1	7,1
	AF	19,9	3,3	24,3	5,1	25,0	3,8	-	-	22,2	5,1
	Q	3,69	0,80	3,57	0,92	3,64	0,57	-	-	3,62	0,70
VII (8)	HF	72,4	10,7	86,3	8,0	97,4	10,5	-	-	81,9	6,8
	AF	20,4	4,8	23,6	4,1	26,1	3,6	-	-	24,1	6,2
	Q	3,71	0,71	3,71	0,56	3,78	0,57	-	-	3,58	0,81
VIII (11)	HF	66,7	7,3	81,7	8,7	91,6	11,5	86,4	12,5	76,8	9,9
	AF	19,3	3,7	23,5	3,7	25,4	4,5	26,9	4,5	22,2	5,6
	Q	3,55	0,69	3,55	0,53	3,68	0,68	3,29	0,63	3,63	0,82
IX (11)	HF	69,0	9,0	84,4	11,1	95,1	14,8	92,8	17,4	77,6	12,4
	AF	18,7	3,6	23,1	4,0	26,6	5,9	28,2	5,9	22,7	6,2
	Q	3,77	0,73	3,67	0,55	3,70	0,78	3,43	0,81	3,55	0,75
X (11)	HF	72,6	13,3	84,9	10,9	99,5	14,7	94,4	15,0	78,0	12,2
	AF	19,8	4,7	22,4	4,6	26,2	4,5	26,9	3,7	22,9	6,1
	Q	3,89	0,69	3,86	0,61	3,85	0,60	3,53	0,47	3,55	0,77
XI (8)	HF	71,0	11,4	85,8	13,2	96,5	15,3	101,9	14,7	83,0	13,6
	AF	20,9	5,1	25,0	4,7	27,4	5,0	29,1	4,7	25,5	7,3
	Q	3,55	0,92	3,50	0,67	3,60	0,69	3,56	0,65	3,44	0,84
XII (10)	HF	71,6	10,4	86,1	8,8	98,6	13,7	107,7	13,9	83,5	14,9
	AF	19,8	3,2	24,4	4,7	26,2	5,1	28,7	4,8	23,2	5,5
	Q	3,69	0,67	3,63	0,62	3,84	0,71	3,83	0,73	3,70	0,87

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 7 : Patientengruppe 10 : "ALTER 60 - 69 Jahre"

STUFE (N)	+	RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I (23)	HF	82,7	11,8	87,4	12,2	-	-	-	-	83,0	11,9
	AF	22,2	4,3	24,7	5,3	-	-	-	-	23,7	4,7
	Q	3,84	0,77	3,67	0,77	-	-	-	-	3,60	0,67
II (24)	HF	80,3	11,1	84,6	11,6	-	-	-	-	80,0	11,5
	AF	22,5	4,6	26,0	4,2	-	-	-	-	23,6	4,1
	Q	3,68	0,84	3,32	0,64	-	-	-	-	3,48	0,74
III (22)	HF	79,8	12,3	86,6	11,9	-	-	-	-	80,0	12,1
	AF	23,1	4,8	25,9	4,8	-	-	-	-	24,2	4,3
	Q	3,55	0,63	3,43	0,63	-	-	-	-	3,36	0,60
IV (28)	HF	78,4	11,7	85,7	10,1	90,7	10,2	-	-	83,9	8,9
	AF	22,0	4,3	24,7	3,9	26,9	4,9	-	-	24,7	4,7
	Q	3,66	0,77	3,56	0,65	3,46	0,57	-	-	3,47	0,75
V (24)	HF	74,6	12,0	85,1	11,4	89,6	11,1	-	-	80,1	10,6
	AF	21,7	4,3	25,6	4,4	28,0	5,8	-	-	25,0	5,3
	Q	3,52	0,58	3,42	0,59	3,30	0,57	-	-	3,32	0,66
VI (28)	HF	74,6	11,2	85,3	10,4	91,8	11,1	-	-	80,6	11,0
	AF	20,9	4,4	24,9	5,0	26,6	5,1	-	-	23,6	4,2
	Q	3,67	0,68	3,51	0,60	3,49	0,55	-	-	3,48	0,48
VII (24)	HF	76,4	12,2	84,7	12,5	91,9	13,1	-	-	80,7	11,8
	AF	22,0	3,9	25,6	4,3	27,1	4,8	-	-	24,7	4,2
	Q	3,49	0,63	3,33	0,62	3,44	0,64	-	-	3,33	0,58
VIII (30)	HF	75,3	11,6	85,2	11,2	91,2	12,5	91,4	12,5	80,9	11,4
	AF	20,8	3,8	24,2	4,9	26,5	5,1	27,3	5,1	23,9	5,2
	Q	3,72	0,74	3,64	0,74	3,57	0,71	3,49	0,67	3,51	0,62
IX (28)	HF	75,3	11,2	85,9	11,2	96,6	13,8	96,6	14,3	84,0	12,2
	AF	20,8	4,4	24,3	5,2	27,4	5,4	27,1	4,7	23,8	4,4
	Q	3,71	0,64	3,66	0,70	3,60	0,64	3,64	0,62	3,61	0,66
X (30)	HF	76,7	10,9	87,5	10,2	96,7	12,7	98,1	14,6	82,7	12,2
	AF	20,3	3,8	23,9	3,6	26,7	5,7	27,6	4,8	23,5	5,0
	Q	3,79	0,62	3,72	0,55	3,73	0,68	3,64	0,56	3,63	0,71
XI (29)	HF	75,0	11,6	87,0	11,0	95,8	12,7	104,0	15,4	83,9	11,6
	AF	20,1	4,6	24,8	5,0	27,3	5,0	28,5	4,7	23,8	4,8
	Q	3,86	0,80	3,61	0,60	3,61	0,66	3,71	0,65	3,61	0,61
XII (28)	HF	74,6	11,8	87,1	12,1	97,1	11,7	110,5	14,4	85,2	11,7
	AF	19,8	3,9	24,2	5,2	27,2	4,5	29,0	4,7	24,4	4,7
	Q	3,86	0,72	3,71	0,67	3,62	0,52	3,88	0,57	3,58	0,60

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 8 : Patientengruppe 11 : "ALTER >70 Jahre"

STUFE (N)	+	RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I (7)	HF	77,7	15,8	86,4	17,6	-	-	-	-	80,3	16,0
	AF	23,0	4,6	26,0	5,6	-	-	-	-	25,7	5,0
	Q	3,43	0,62	3,43	0,71	-	-	-	-	3,21	0,76
II (8)	HF	75,1	11,6	78,5	13,2	-	-	-	-	74,0	12,4
	AF	22,8	3,5	24,9	3,0	-	-	-	-	26,1	5,2
	Q	3,36	0,59	3,19	0,57	-	-	-	-	2,96	0,77
III (7)	HF	79,6	6,9	86,4	6,9	-	-	-	-	80,7	7,8
	AF	23,3	2,1	29,6	2,2	-	-	-	-	26,0	3,7
	Q	3,43	0,44	2,93	0,33	-	-	-	-	3,17	0,68
IV (10)	HF	77,6	12,0	82,7	12,6	84,7	12,3	-	-	79,5	10,2
	AF	23,2	4,5	27,1	4,5	29,3	4,4	-	-	26,7	4,9
	Q	3,44	0,79	3,08	0,56	3,00	0,55	-	-	3,06	0,66
V (7)	HF	73,1	11,3	79,9	12,0	81,9	13,2	-	-	74,6	11,7
	AF	22,3	1,7	25,9	4,1	26,6	2,8	-	-	25,7	4,0
	Q	3,30	0,57	3,17	0,78	3,14	0,73	-	-	3,00	0,78
VI (9)	HF	75,7	9,3	81,6	10,5	90,2	13,9	-	-	80,8	11,3
	AF	23,7	4,2	26,6	2,6	29,3	3,9	-	-	27,0	4,0
	Q	3,33	0,59	3,11	0,48	3,14	0,63	-	-	3,07	0,66
VII (7)	HF	76,4	12,9	83,7	12,2	90,6	16,5	-	-	81,0	13,2
	AF	23,3	2,8	26,3	2,8	29,4	5,0	-	-	27,1	4,7
	Q	3,30	0,42	3,21	0,59	3,24	0,92	-	-	3,04	0,55
VIII (9)	HF	75,2	11,8	82,4	13,6	91,3	18,5	91,4	23,6	80,0	13,9
	AF	22,7	2,6	26,6	3,1	30,0	4,4	29,8	5,9	27,1	3,9
	Q	3,32	0,54	3,17	0,57	3,08	0,59	2,94	0,62	3,01	0,66
IX (10)	HF	78,2	12,1	83,6	11,3	92,3	14,1	96,8	17,5	83,4	12,6
	AF	23,1	2,9	25,9	3,2	28,3	3,1	29,0	4,7	26,2	4,7
	Q	3,43	0,53	3,27	0,64	3,30	0,51	3,36	0,56	3,27	0,73
X (10)	HF	73,9	9,8	85,1	10,8	93,1	14,3	95,9	16,1	82,3	14,5
	AF	22,2	3,3	25,6	2,8	28,8	3,8	30,6	5,4	27,0	4,0
	Q	3,39	0,62	3,35	0,58	3,28	0,61	3,19	0,58	3,10	0,64
XI (8)	HF	77,0	8,7	89,4	9,0	95,9	11,7	101,4	14,3	84,0	9,1
	AF	21,6	3,1	26,5	3,9	28,6	3,8	29,9	5,3	26,0	4,2
	Q	3,65	0,45	3,44	0,56	3,43	0,53	3,46	0,61	3,30	0,55
XII (9)	HF	74,1	9,6	84,2	10,5	90,3	12,6	97,6	12,6	82,9	6,7
	AF	21,7	2,8	25,2	2,2	27,0	2,2	30,9	4,7	26,2	3,9
	Q	3,44	0,40	3,34	0,41	3,33	0,42	3,18	0,41	3,21	0,37

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 9 : Patientengruppe 4 : "C.P.I. < 4,0"

Stufe (N)	+	RUHE $\bar{x}$	RUHE s	ENTLAST. $\bar{x}$	ENTLAST. s	HALBBEL. $\bar{x}$	HALBBEL. s	VOLLBEL. $\bar{x}$	VOLLBEL. s	NACH $\bar{x}$	NACH s
I (3)	HF	68,3	7,8	78,7	4,5	-	-	-	-	73,0	6,6
	AF	18,0	2,0	21,3	0,6	-	-	-	-	21,0	1,0
	Q	3,93	0,78	3,70	0,26	-	-	-	-	3,50	0,44
II (4)	HF	71,0	11,6	79,3	7,3	-	-	-	-	72,5	10,3
	AF	17,5	2,1	22,3	4,1	-	-	-	-	18,3	2,9
	Q	4,05	0,51	3,83	0,66	-	-	-	-	4,08	0,95
III (1)	HF	75,0	-	81,0	-	-	-	-	-	80,0	-
	AF	19,0	-	21,0	-	-	-	-	-	21,0	-
	Q	3,95	-	3,86	-	-	-	-	-	3,81	-
IV (3)	HF	79,0	4,0	91,3	5,9	92,3	5,9	-	-	84,7	0,58
	AF	19,7	3,2	25,0	3,6	22,7	4,0	-	-	19,3	2,9
	Q	4,13	0,93	3,73	0,75	4,17	0,96	-	-	4,43	0,75
V (2)	HF	74,0	2,5	91,0	12,7	90,0	5,7	-	-	82,5	5,0
	AF	18,5	2,1	22,0	0	21,5	2,1	-	-	19,5	2,1
	Q	4,05	0,75	4,10	0,57	4,20	0,71	-	-	4,30	0,71
VI (3)	HF	72,0	12,2	88,7	6,7	96,7	12,2	-	-	80,0	8,7
	AF	18,7	2,1	23,3	3,8	25,0	1,7	-	-	20,0	1,0
	Q	3,93	1,04	3,90	1,04	3,87	0,50	-	-	4,00	0,46
VII (4)	HF	70,3	13,6	84,5	12,2	92,3	10,3	-	-	74,8	5,6
	AF	17,0	2,2	22,3	1,0	24,8	1,0	-	-	19,8	3,0
	Q	4,18	0,34	3,83	0,69	3,73	0,55	-	-	3,90	0,84
VIII (4)	HF	68,0	11,9	84,8	6,9	88,8	9,0	81,5	6,6	72,8	7,9
	AF	17,0	2,6	21,5	1,9	24,9	1,5	25,5	6,2	20,0	2,8
	Q	4,05	0,55	3,98	0,45	3,68	0,48	3,35	0,92	3,73	0,92
IX (2)	HF	61,0	14,1	79,5	16,3	87,5	17,7	85,5	24,8	75,5	26,2
	AF	15,5	2,1	21,5	3,5	26,0	5,7	25,0	8,5	19,5	0,7
	Q	3,90	0,42	3,80	1,41	3,50	1,41	3,42	1,77	3,90	1,41
X (4)	HF	71,0	15,9	77,0	11,2	86,8	8,1	88,0	13,0	68,0	8,7
	AF	17,0	3,6	21,0	2,2	24,3	1,3	23,8	1,5	19,5	1,9
	Q	4,23	0,86	3,63	0,28	3,55	0,33	3,75	0,75	3,53	0,72
XI (3)	HF	65,3	12,3	79,0	13,1	88,0	9,2	98,3	12,6	71,0	8,5
	AF	17,7	2,1	23,3	2,1	24,0	2,0	26,3	4,5	20,7	1,2
	Q	3,77	1,06	3,40	0,52	3,73	0,48	3,83	1,15	3,47	0,56
XII (4)	HF	70,3	8,8	89,3	10,4	95,8	9,2	103,8	7,3	78,3	12,8
	AF	19,3	1,0	22,5	1,3	26,3	2,4	26,8	3,1	20,0	3,7
	Q	3,68	0,63	3,98	0,53	3,65	0,58	3,95	0,62	4,00	0,93

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 10 : Patientengruppe 5 : "C.P.I. 4,0 - 5,9"

STUFE		RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
(N)	+	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I (23)	HF	76,9	9,1	83,0	10,1	-	-	-	-	76,6	8,6
	AF	20,5	4,6	23,2	5,1	-	-	-	-	22,1	4,6
	Q	3,90	0,79	3,71	0,79	-	-	-	-	3,60	0,74
II (22)	HF	75,7	8,1	81,8	7,1	-	-	-	-	76,2	7,6
	AF	20,6	4,2	24,5	4,2	-	-	-	-	22,5	4,3
	Q	3,81	0,84	3,44	0,64	-	-	-	-	3,53	0,81
III (18)	HF	75,9	9,2	84,7	9,1	-	-	-	-	76,6	7,9
	AF	21,3	4,2	25,3	4,8	-	-	-	-	22,7	4,2
	Q	3,67	0,75	3,47	0,75	-	-	-	-	3,46	0,68
IV (23)	HF	73,7	9,4	83,8	10,3	87,3	10,5	-	-	79,7	8,7
	AF	20,3	4,1	23,6	4,1	24,5	4,7	-	-	23,1	5,4
	Q	3,76	0,80	3,64	0,65	3,66	0,65	-	-	3,60	0,84
V (20)	HF	71,4	5,7	84,0	8,4	88,2	8,1	-	-	78,0	5,8
	AF	20,0	3,6	24,1	4,2	25,8	5,5	-	-	22,6	5,4
	Q	3,64	0,63	3,59	0,62	3,54	0,63	-	-	3,65	0,95
VI (24)	HF	72,2	6,4	84,1	9,7	89,8	8,4	-	-	78,1	7,3
	AF	20,3	3,9	24,0	4,8	25,8	4,9	-	-	22,6	3,9
	Q	3,69	0,71	3,62	0,73	3,56	0,60	-	-	3,55	0,57
VII (19)	HF	73,8	7,5	83,7	7,2	93,2	9,8	-	-	79,7	8,0
	AF	21,1	3,7	24,2	4,0	25,7	4,3	-	-	23,2	4,8
	Q	3,54	0,58	3,57	0,58	3,72	0,62	-	-	3,56	0,66
VIII (25)	HF	71,1	8,0	82,9	7,5	90,4	8,7	87,6	10,2	76,8	6,9
	AF	19,8	3,1	23,1	4,0	25,1	4,7	25,4	4,1	21,8	4,3
	Q	3,68	0,77	3,69	0,71	3,72	0,70	3,53	0,65	3,67	0,64
IX (24)	HF	71,4	10,1	84,6	8,8	94,6	10,1	93,8	11,2	78,5	8,7
	AF	19,5	3,4	22,8	4,2	25,9	5,1	26,0	4,9	22,0	4,8
	Q	3,78	0,55	3,80	0,62	3,76	0,60	3,68	0,61	3,68	0,64
X (26)	HF	73,9	9,9	88,6	9,4	98,5	12,0	95,8	13,7	79,9	9,6
	AF	19,4	3,5	22,8	3,8	25,7	4,2	26,7	4,6	22,0	4,7
	Q	3,88	0,64	3,96	0,66	3,95	0,66	3,65	0,56	3,76	0,73
XI (24)	HF	71,3	9,6	86,6	8,7	95,5	10,4	99,5	12,6	81,9	9,0
	AF	19,5	4,3	23,6	4,1	26,2	4,8	27,4	4,4	23,2	5,4
	Q	3,77	0,87	3,75	0,66	3,73	0,60	3,69	0,58	3,67	0,70
XII (26)	HF	70,3	9,8	86,7	8,4	95,5	11,1	104,9	12,2	82,6	9,7
	AF	19,0	3,4	23,7	4,6	25,9	4,7	27,2	3,9	23,0	4,3
	Q	3,81	0,79	3,77	0,68	3,74	0,57	3,89	0,66	3,68	0,67

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 11 : Patientengruppe 6 : "C.P.I. 6,0 - 7,9"

STUFE (N)	+	RUHE $\bar{x}$	RUHE s	ENTLAST. $\bar{x}$	ENTLAST. s	HALBBEL. $\bar{x}$	HALBBEL. s	VOLLBEL. $\bar{x}$	VOLLBEL. s	NACH $\bar{x}$	NACH s
I (13)	HF	80,5	12,3	86,7	12,0	-	-	-	-	81,7	12,6
	AF	22,2	4,0	25,1	4,4	-	-	-	-	24,5	5,3
	Q	3,74	0,81	3,55	0,71	-	-	-	-	3,48	0,84
II (13)	HF	80,3	10,0	82,1	12,6	-	-	-	-	79,2	10,9
	AF	22,5	5,3	25,4	4,9	-	-	-	-	24,5	5,9
	Q	3,74	0,98	3,34	0,85	-	-	-	-	3,44	1,02
III (14)	HF	82,6	10,9	87,8	11,4	-	-	-	-	82,4	11,4
	AF	22,9	5,6	26,1	5,8	-	-	-	-	24,6	5,7
	Q	3,77	0,87	3,51	0,81	-	-	-	-	3,52	0,90
IV (16)	HF	81,0	12,3	86,3	11,8	90,6	11,3	-	-	83,8	9,4
	AF	23,8	4,5	25,8	4,7	28,3	5,1	-	-	26,6	4,9
	Q	3,51	0,80	3,48	0,75	3,34	0,66	-	-	3,26	0,72
V (15)	HF	77,8	13,5	85,0	14,0	88,7	12,6	-	-	79,9	12,6
	AF	22,7	4,4	27,0	4,6	28,3	4,0	-	-	27,1	5,1
	Q	3,52	0,77	3,24	0,66	3,17	0,46	-	-	3,05	0,62
VI (16)	HF	78,6	12,8	87,4	13,5	94,0	14,4	-	-	84,3	12,8
	AF	22,6	5,1	26,1	5,1	28,3	5,9	-	-	26,2	5,2
	Q	3,61	0,74	3,42	0,62	3,37	0,57	-	-	3,31	0,60
VII (13)	HF	79,3	14,4	87,3	15,2	94,9	16,2	-	-	83,5	13,5
	AF	23,0	4,2	26,9	4,2	29,5	5,1	-	-	27,6	4,6
	Q	3,51	0,62	3,28	0,58	3,26	0,62	-	-	3,07	0,52
VIII (18)	HF	77,0	13,0	85,8	14,0	94,7	15,1	93,9	17,3	83,7	13,1
	AF	22,1	4,1	26,4	4,9	28,9	5,5	29,3	6,0	26,6	5,9
	Q	3,56	0,71	3,34	0,62	3,36	0,71	3,29	0,70	3,26	0,71
IX (18)	HF	77,8	13,1	85,8	13,3	95,4	15,9	97,3	18,7	84,5	15,1
	AF	22,5	4,7	26,4	4,9	29,1	5,7	29,4	5,1	26,2	5,1
	Q	3,53	0,69	3,31	0,64	3,34	0,59	3,36	0,53	3,29	0,65
X (18)	HF	78,5	12,4	87,2	9,7	96,6	12,2	100,7	15,4	85,2	15,3
	AF	22,2	4,3	25,6	3,4	28,4	6,5	29,3	5,3	26,0	5,9
	Q	3,62	0,68	3,43	0,42	3,45	0,62	3,51	0,48	3,38	0,70
XI (16)	HF	79,4	12,6	89,4	12,5	97,8	15,0	109,4	16,4	87,6	13,7
	AF	21,6	4,8	26,8	5,4	28,6	5,1	29,6	5,4	26,1	5,4
	Q	3,71	0,71	3,43	0,57	3,49	0,66	3,77	0,71	3,44	0,69
XII (17)	HF	79,1	11,7	88,4	13,7	98,5	12,1	111,3	15,3	87,9	12,5
	AF	21,7	3,7	25,9	5,0	28,4	3,9	30,9	5,1	26,5	5,1
	Q	3,70	0,56	3,49	0,53	3,51	0,51	3,67	0,62	3,40	0,62

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 12 : Patientengruppe 7 : "C.P.I. > 8,0"

STUFE		RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
(N)	+	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I (6)	HF	89,5	15,0	96,2	12,9	-	-	-	-	91,2	14,9
	AF	25,0	3,3	27,8	4,5	-	-	-	-	26,0	3,5
	Q	3,60	0,56	3,53	0,53	-	-	-	-	3,53	0,56
II (8)	HF	79,0	17,1	86,1	17,6	-	-	-	-	80,1	17,4
	AF	23,9	2,6	27,1	3,0	-	-	-	-	25,8	2,7
	Q	3,30	0,50	3,15	0,47	-	-	-	-	3,13	0,57
III (7)	HF	77,1	10,8	87,1	10,8	-	-	-	-	80,3	12,0
	AF	22,6	2,8	27,0	4,2	-	-	-	-	24,3	3,2
	Q	3,43	0,35	3,26	0,40	-	-	-	-	3,33	0,42
IV (9)	HF	78,3	11,2	85,6	9,0	89,7	11,8	-	-	82,0	9,3
	AF	22,8	2,9	26,0	2,8	28,2	4,0	-	-	25,2	4,0
	Q	3,47	0,54	3,27	0,46	3,21	0,39	-	-	3,30	0,51
V (6)	HF	72,7	14,6	84,3	11,7	87,3	16,7	-	-	78,5	14,0
	AF	21,7	2,8	24,0	3,5	27,0	5,7	-	-	24,2	3,8
	Q	3,52	0,75	3,58	0,72	3,32	0,76	-	-	3,28	0,66
VI (9)	HF	71,3	8,6	80,6	6,6	88,9	10,1	-	-	78,8	9,9
	AF	21,8	3,5	25,3	3,0	27,3	2,8	-	-	24,0	3,4
	Q	3,33	0,49	3,23	0,47	3,28	0,53	-	-	3,26	0,49
VII (8)	HF	75,1	13,3	82,8	12,3	90,6	15,6	-	-	79,4	13,0
	AF	22,4	2,9	25,4	2,9	26,9	3,3	-	-	24,3	3,2
	Q	3,40	0,66	3,29	0,68	3,45	0,85	-	-	3,31	0,63
VIII (9)	HF	73,4	11,7	83,6	12,3	91,9	18,0	94,1	19,2	81,4	14,2
	AF	21,4	2,7	25,6	2,9	27,7	3,4	29,0	3,7	25,0	2,7
	Q	3,43	0,48	3,31	0,58	3,36	0,71	3,28	0,69	3,31	0,66
IX (9)	HF	74,0	6,6	85,0	9,6	95,4	17,6	97,8	16,4	84,9	11,9
	AF	21,3	2,7	24,8	3,6	27,2	1,4	27,4	3,4	24,6	2,5
	Q	3,52	0,49	3,48	0,54	3,51	0,65	3,61	0,71	3,50	0,62
X (9)	HF	72,4	9,5	83,6	11,6	93,0	17,1	95,2	15,4	79,6	12,4
	AF	21,0	2,4	25,0	2,8	27,8	4,3	28,4	4,2	25,1	2,9
	Q	3,49	0,63	3,41	0,59	3,41	0,77	3,41	0,73	3,21	0,54
XI (7)	HF	74,7	7,7	88,3	10,4	95,7	13,0	100,9	12,2	82,7	10,9
	AF	21,4	2,6	26,6	3,8	28,6	4,0	30,3	3,6	24,6	2,8
	Q	3,59	0,51	3,40	0,63	3,44	0,81	3,39	0,66	3,41	0,57
XII (6)	HF	69,8	12,2	82,5	11,9	90,2	18,1	107,3	20,2	83,0	13,3
	AF	20,0	3,0	23,8	3,4	26,5	2,6	31,8	5,0	24,7	3,4
	Q	3,53	0,58	3,50	0,73	3,42	0,73	3,55	0,93	3,40	0,73

+) Abkürzungen siehe Seite 88

TABELLE 13 : Krankengymnastische Übungen (Stufe XII)
bei Patientengruppe 12 und 13

		RUHE		ENTLAST.		HALBBEL.		VOLLBEL.		NACH	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Gr. 12 N=22	HF	72,2	10,4	88,5	8,6	97,5	9,6	107,6	11,9	83,3	12,4
	AF	18,7	3,1	24,3	5,4	26,8	4,4	29,0	5,1	23,9	5,0
	Q	3,76	0,73	3,77	0,69	3,70	0,59	3,80	0,76	3,59	0,77
Gr. 13 N= 23	HF	71,8	11,1	86,3	11,3	95,7	13,4	106,7	13,7	83,9	9,6
	AF	18,5	4,1	23,9	4,1	26,4	4,5	27,7	4,2	23,0	4,5
	Q	3,76	0,65	3,67	0,57	3,67	0,55	3,92	0,53	3,74	0,60

TABELLE 14 : Spiroergometrie (Patientengruppe 12)
und Ergometrie (Patientengruppe 13)

			VOR	25 W	50 W	75 W	100 W	ERHOLUNG NACH		
								1'	3'	5'
SPIROERGOM.	N		25	25	25	15	8	25	25	25
	HF	$\bar{x}$	83,4	98,8	113,4	125,7	139,1	107,8	95,4	94,1
		s	12,9	14,6	17,9	15,0	15,1	19,1	14,3	14,0
	AF	$\bar{x}$	18,0	20,1	22,0	23,3	27,5	22,0	20,6	19,6
		s	4,3	4,4	6,1	5,3	4,5	5,3	5,0	4,9
	Q	$\bar{x}$	4,78	5,14	5,42	5,77	5,13	5,08	4,84	5,00
		s	1,00	1,39	1,45	2,08	0,94	1,19	1,17	1,07
ERGOMETRIE	N		24	24	20	11	6	24	24	20
	HF	$\bar{x}$	84,1	99,7	113,1	120,2	128,2	104,4	93,5	90,4
		s	13,2	14,0	18,1	16,3	15,6	14,5	12,7	13,5
	AF	$\bar{x}$	20,9	24,3	25,8	27,3	25,8	24,0	22,1	20,8
		s	4,0	3,8	4,9	6,2	3,1	3,9	3,8	3,1
	Q	$\bar{x}$	4,09	4,15	4,58	4,54	5,03	4,45	4,31	4,39
		s	0,56	0,55	0,79	0,87	0,78	0,85	0,79	0,66

Abkürzungen siehe Seite 88

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

1. ARNIM, D. von und W. RULFF:
Neue Ergebnisse der Physikalischen Therapie nach Herzinfarkt bei alten Patienten.
In: Herz und Atmungsorgane im Alter, S. 57 - 61.
Hrsg. von R. SCHUBERT
Darmstadt: Steinkopff 1968

2. AUTENRIETH, J.:
Verhalten von Stoffwechsel-Metaboliten bei Normalen und Herzinfarktpatienten nach dosierter körperlicher Belastung (Frühmobilisation).
Med.-Inaug.-Diss., Tübingen 1975

3. BALBACH, J.:
Verhalten der zentralen Haemodynamik nach frischem Myocardinfarkt und unter dem Einfluß einer frühzeitigen, dosierten Bewegungstherapie (Frühmobilisation).
Med.-Inaug.-Diss., Tübingen 1975

4. BLOCH, A., J.-P. MAEDER, J.-C. HAISSLY, J. FELIX and H. BLACKBURN:
Early mobilization after myocardial infarction, a controlled study.
Amer. J. Cardiol. 34, 152 - 157 (1974)

5. BLOHMKE, M., H. STUMPF und S. DRESSLER:
Beeinflussung des Puls-Atem-Quotienten durch eine Trainingskur.
Z. angew. Bäder- und Klimaheilk. 13, 366 - 371 (1966)

6. BOYLE, D. McC., J.M. BARBER, M.J. WALSH, G. SHIVALINGAPPA and N.C. CHATURVEDI:
Early mobilisation and discharge of patients with acute myocardial infarction.
Lancet II, 57 - 60 (1972)

7. BRUMMER, P., V. KALLIO and E. TALA:
Early ambulation in the treatment of myocardial infarction.
Acta med. Scand. 180, fasc. 2, 231 - 234 (1966)

8. BUCHER, K.:
Das Herz als Schrittmacher für die Atmung.
Z. naturwiss.-med. Grundlagenforsch. 1, 318 - 331 (1963)

9. BÜHLMANN, A.A. und P.H. ROSSIER:
Klinische Pathophysiologie der Atmung.
Berlin - Heidelberg - New York: Springer 1970

10. BÜHLMANN, A.A. und E.R. FROESCH:
Pathophysiologie
Berlin - Heidelberg - New York: Springer 1972

11. DAUMANN, F.-J.:
Untersuchungen über die rhythmische Funktionsordnung von Puls und Atmung bei dosierter Tretarbeit.
Med.-Inaug.-Diss., Marburg 1965

12. DOCUMENTA GEIGY
Wissenschaftliche Tabellen, 7. Aufl.
Basel: J.R. Geigy AG 1968

13. DONAT, K. und H. KOEFFLER:
Prinzipien und Ergebnisse der Frührehabilitation nach Herzinfarkt im Krankenhaus.
Verh. dtsch. Ges. Kreisl. Forsch. 37, 214 - 218 (1971)

14. FRIEDBERG, CH. K.:
Die Prüfung der Myocardreserve.
In: Erkrankungen des Herzens, 2. Aufl., Bd. I, S. 340 - 343.
Hrsg. von M. HEGGLIN
Stuttgart: Thieme 1972

15. GADERMANN, E., H. JUNGMANN, A. METZNER und B. SCHULZ:
Zur Beurteilung der Belastbarkeit kreislaufkranker Patienten im Alter.
Fortschr. Med. 87, 691 - 693 (1969)

16. GROSSE-BROCKHOFF, F.:
Pathologische Physiologie, 2. Aufl.
Berlin - Heidelberg - New York: Springer 1969

17. HALHUBER, M.J.:
Ist Herzinfarkt-Rehabilitation eine "Mode"?
Dtsch. Ärztebl. 73, 2665 - 2669 (1976)

18. HARPUR, J.E., R.J. KELLETT, W.T. CONNER, H.-J. B. GALBRAITH, H. HAMILTON, J.J. MURRAY and J.H. SWALLOW:
Controlled trial of early mobilisation and discharge from hospital in uncomplicated myocardial infarction.
Lancet II, 1331 - 1334 (1971)

19. HAVIAR, V. und R. MAYER:
Ist eine langwierige Bettruhe bei der Behandlung des Herzinfarktes notwendig?
Verh. dtsch. Ges. Kreisl. Forsch. 34, 367 - 371 (1968)

20. HELLERSTEIN, H.K.:
Exercise therapy in convalescence from acute myocardial infarction.
Schweiz. med. Wschr. 103, 66 - 73 (1973)

21. HILDEBRANDT, G.:
Rhythmische Funktionsordnung von Puls und Atmung.
Z. angew. Bäder- und Klimaheilk. 7, 533 - 615 (1960)

22. HILDEBRANDT, G.:
Rhythmus und Regulation.
Med. Welt I, 73 - 81 (1961)

23. HILDEBRANDT, G.:
Biologische Rhythmen und ihre Bedeutung für die Bäder- und Klimaheilkunde.
In: Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde, S. 730 - 757.
Hrsg. von W. AMELUNG und A. EVERS
Stuttgart: Schattauer 1962

24. HILDEBRANDT, G.:
Störungen der rhythmischen Koordination und ihre balneotherapeutische Beeinflussung.
Z. angew. Bäder- und Klimaheilk. 10, 402 - 420 (1963)

25. HILDEBRANDT, G.:
Literaturhinweise zur rhythmischen Funktionsordnung von Puls und Atmung.
Beitr. Erw. Heilk. 17, 106 - 110 (1964)

26. HILDEBRANDT, G.:
Die Koordination rhythmischer Funktionen beim Menschen.
Verh. dtsch. Ges. Inn. Med 73, 921 - 941 (1967)

27. HILDEBRANDT, G.:
Ergebnisse der Rhythmus-Forschung und ihre Konsequenzen für die Praxis der Hydrotherapie.
In: Würzburger Gespräche über Kneipptherapie, Bd. I, Hydrotherapie, S. 11 - 86.
Hrsg. von W. BRÜGGEMANN
Bad Wörishofen: Sebastian-Kneipp-Zentral-Inst. 1973

28. HILDEBRANDT, G. und F.-J. DAUMANN:
Die Koordination von Puls- und Atemrhythmus bei Arbeit.
Int. Z. angew. Physiol. 21, 27 - 48 (1965)

29. HINDERLING, P. und K. BUCHER:
Synchronismen zwischen Kreislauf und Atmung am Menschen.
Helv. Physiol. Pharmacol. Acta 23, 374 - 381 (1965)

30. HITTMAIR, A.M.:
Der Puls-Atem-Quotient als Testmethode.
Z. angew. Bäder- und Klimaheilk. 13, 112 - 152 (1966)

31. HOLLMANN, W.:
Körperliches Training als Prävention von Herz-Kreislaufkrankheiten.
Stuttgart: Hippokrates 1965

32. JESCHKE, D.:
Frühmobilisation von Herzinfarktpatienten unter telemetrischer Kontrolle.
Therapiewoche 21, 3988 - 3992 (1971)

33. JESCHKE, D.:
Frühzeitige, dosierte Bewegungstherapie bei frischem Myocardinfarkt (Frühmobilisation).
Tübingen: Habil.-Schrift 1973

34. JESCHKE, D.:
Die Frühmobilisation des Herzinfarktpatienten.
In: Diagnostik und Therapie von Herzrhythmusstörungen und akuten Herzerkrankungen, S. 77 - 97.
Hrsg. von D. HAAN
Uelzen: Med. Literar. VerlagsGmbH 1973

35. JESCHKE, D.:
Bewegungstherapie bei frischem Myocardinfarkt.
Sportwissensch. 3, 361 - 373 (1973)

36. JESCHKE, D.:
Komplikationen bei der Frühmobilisation von Herzinfarktpatienten.
Z. Physikal. Med. 4, 95 - 100 (1975)

37. JESCHKE, D.:
Frühmobilisation nach Herzinfarkt.
Med. Klin. 71, 1146 - 1151 (1976)

38. JESCHKE, D., K. CAESAR und R. HAASIS:
Verhalten der maximalen Herzfrequenz bei Herzinfarktkranken unter frühzeitiger, dosierter Körperbelastung (Frühmobilisation).
Med. Welt 23, 1135 - 1140 (1972)

39. JESCHKE, D., K. CAESAR und W. KAUFMANN:
Frühmobilisation von Herzinfarktkranken.
Dtsch. med. Wschr. 97, 344 - 346 (1972)

40. JESCHKE, D., R. HAASIS und K. CAESAR:
Frühmobilisation von Herzinfarktkranken und prognostischer Index.
Verh. dtsch. Ges. Inn. Med. 78, 1044 - 1047 (1972)

41. JESCHKE, D., R. HAASIS und H.O. KLENK:
Die Bedeutung von prognostischen Kriterien für die Frühmobilisation von Herzinfarktkranken.
Z. Kardiol. Suppl. 1, 27 (1974)

42. JESCHKE, D. K. SCHICK und R. HAASIS:
Herzrhythmusstörungen während der Frühmobilisation von Herzinfarktkranken.
Intensivmed. 12, 419 - 424 (1975)

43. JORDAN, H.:
Balneotherapie und Blutdruck - biometrisch betrachtet.
Z. angew. Bäder- und Klimaheilk. 13, 380 - 389 (1966)

44. JORDAN, H.:
Kurverlauf und Kureffekt, Ergebnisse eines biometrisch-klinischen Arbeitskreises.
Z. Physiother. 24, 267 - 302 (1972)

45. JUST, H.:
Frühmobilisation von Herzinfarktkranken.
Intensivmed. 10, 134 - 138 (1973)

46. KATELHÖN, U.:
Untersuchung des Puls-Atem-Quotienten während einer balneo-physiotherapeutischen Kur im Ostseeheilbad Graal-Müritz.
Med.-Inaug.-Diss., Leipzig 1969

47. KIHN, L.:
Der Puls-Atem-Quotient bei chronisch Kranken.
Z. klin. Med. 157, 277 - 290 (1962)

48. KIHN, L.:
Zum rhythmischen Verhalten des Puls-Atem-Quotienten bei chronisch Kranken.
Arch. physik. Ther. 15, 217 - 224 (1963)

49. KÖNIG, K.:
Physiologische Auswirkungen des Trainings bei Infarktpatienten.
Schweiz. med. Wschr. 103, 46 - 51 (1973)

50. KÖNIG, K.:
Frührehabilitation nach Herzinfarkt.
Dtsch. Ärztebl. 71, 2369 - 2372 (1974)

51. KRASEMANN, E.O., H. BOCK, K. DONAT, H.-G. ILKER und G. LAUBINGER:
Herzinfarkttraining am Wohnort, Hamburger Modell.
Münch. med. Wschr. 115, 449 - 453 (1973)

52. LANDEN, H.C. und K. LINSCHEIDT:
Der Puls-Atem-Quotient bei Bronchialasthmatikern im Verlauf einer Badekur.
Allergie u. Asthma 2, 143 - 145 (1956)

53. LIENERT, G.A.:
Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik.
Meisenheim: Hain 1962

54. MELLEROWICZ, H.:
Ergometrie, 2. Aufl.
München - Berlin - Wien: Urban u. Schwarzenberg 1975

55. MESSINGER, E.:
The estimation of cardiac function by simple clinical methods.
Ann. intern. med. 10, 986 - 999 (1937)

56. MÜLLER, R.:
Veränderungen der Puls- und Atemfrequenz und des Puls-Atem-Quotienten unter Berücksichtigung der täglichen Änderung während einer Heilkur.
Arch. physik. Ther. 22, 199 - 205 (1970)

57. NORRIS, R.M., P.W.T. BRANDT and A. J. LEE:
Mortality in a coronary-care unit analysed by a new coronary prognostic index.
Lancet I, 278 - 281 (1969)

58. NORRIS, R. M., P.W.T. BRANDT, D.E. CAUGHEY, A.J. LEE and P.J. SCOTT:
A new coronary prognostic index.
Lancet I, 274 - 278 (1969)

59. OTT, V.R., H.D. HENTSCHEL und R. KELLER:
Physikalische Medizin und Balneologie in der Rehabilitation nach Herzinfarkt.
Schweiz. med. Wschr. 91, 673 - 679 (1961)

60. REICHEL, H. und F. WEIDLICH:
Ist durch Zählen von Puls- und Atemfrequenz ohne apparativen Aufwand die Wirkung von Badekuren erkenntlich?
Arch. physik. Ther. 11, 338 - 341 (1959)

61. REINDELL, H., K. KÖNIK und H. ROSKAMM:
Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens.
Stuttgart: Thieme 1967

62. SCHAEFER, H.-F. und G. HILDEBRANDT:
Praktisch-balneologische Erfahrungen mit dem Puls-Atem-Quotienten.
Arch. physik. Ther. 6, 375 - 382 (1954)

63. SCHAUMLÖFFEL, R.:
Das Verhalten der peripheren Durchblutung bei Patienten mit frischem Myocardinfarkt und unter dem Einfluß einer frühzeitigen, dosierten Bewegungstherapie (Frühmobilisation).
Med.-Inaug.-Diss., Tübingen 1975

64. SCHMID, R.:
Konzentrationsänderungen von Glucose, Laktat, Pyruvat und freien Fettsäuren im Blut bei Herzinfarktpatienten unter der Frühmobilisation.
Med.-Inaug.-Diss., Tübingen 1975

65. SCHMIDT, F.L.:
Über die Auswahl und Lage der Elektroden beim Anwenden bipolarer elektrokardiographischer Brustwandableitungen.
Sportarzt, Sportmed. 21, 243 - 248 (1970)

66. SCHMIDT-KESSEN, W., W. GROH und W. GROSS:
Ergebnisse eines Vergleiches von gymnastischen und Kneipp-Kuren bei vegetativer Dystonie.
Ärztl. Forsch. 18, 347 - 355 (1964)

67. STEGEMANN, J.:
Leistungsphysiologie, 2. Aufl.
Stuttgart: Thieme 1977

68. STEIN, G.:
Frührehabilitation nach Herzinfarkt.
Kassenarzt 12, 1250 - 1263 (1972)

69. STORCH, J.:
Methodische Grundlagen zur Bestimmung der Puls-Atem-Kopplung beim Menschen und ihr Verhalten im Nachtschlaf.
Med.-Inaug.-Diss., Marburg 1967

70. TISO, B. und R. WOLF:
Frühmobilitation nach Herzinfarkt.
Münch. Med. Wschr. 113, 1406 - 1411 (1971)

71. VARNAUSKAS, E., H. BERGMANN, T. BJURÖ, E. HELANDER, L. MOGENSEN, H. SAENNE and G. TIBBLIN:
Rehabilitering av hjärtinfarktpatienter.
Läkartidningen 66, 2405 - 2426 (1969)

72. WELCH, B.L.:
Further note on Mrs. Aspin's tables and on certain approximations to the table function.
Biometrica 36, 293 - 296 (1949)

73. WHO, REGIONAL OFFICE FOR EUROPE:
A programm for physical rehabilitation of patients with acute myocardial infarction.
Copenhagen: 1968

74. ZIDEK, R.:
Über das Verhalten des Puls-Atem-Quotienten bei vegetativem Störungen im Verlauf einer Klimakur an der Nordsee und seine Beeinflussung durch Proscalun.
Medizinische I, 985 - 988 (1958)

L e b e n s l a u f

Am 15. Mai 1946 wurde ich, Gerhard Ganzenmüller, als Sohn des des Amtsrates Hermann Ganzenmüller und seiner Ehefrau Elsbeth, geb. Wörner, in Schwäbisch Gmünd geboren, wo ich auch mit vier weiteren Geschwistern aufwuchs. Meine Schulzeit endete mit der Reifeprüfung, die ich am 18. Oktober 1966 am dortigen Wirtschaftsgymnasium ablegte. Im Anschluß daran war ich bis Oktober 1968 Soldat bei der Bundeswehr.

Im WS 68/69 nahm ich das Medizinstudium an der Universität Tübingen auf, wo ich im September 1969 die naturwissenschaftliche und im Oktober 1971 die ärztliche Vorprüfung ablegte. Mein Studium schloß ich am 8. Juli 1975 mit der ärztlichen Prüfung ebenfalls in Tübingen ab. Nach der Medizinalassistentenzeit erhielt ich am 1. Januar 1977 die Approbation als Arzt.

Die Arbeit an meiner Dissertation, die ich noch während des klinischen Studiums in der Medizinischen Klinik in Tübingen begonnen hatte, setzte ich als Assistent am Sportmedizinischen Institut des Zentrums Innere Medizin der Universität Tübingen von April bis September 1977 fort.

Zur Zeit befinde ich mich als Assistenzarzt in der Facharztausbildung für Orthopädie an der chirurgisch-orthopädischen Fachklinik Zollernalb in Albstadt 2.